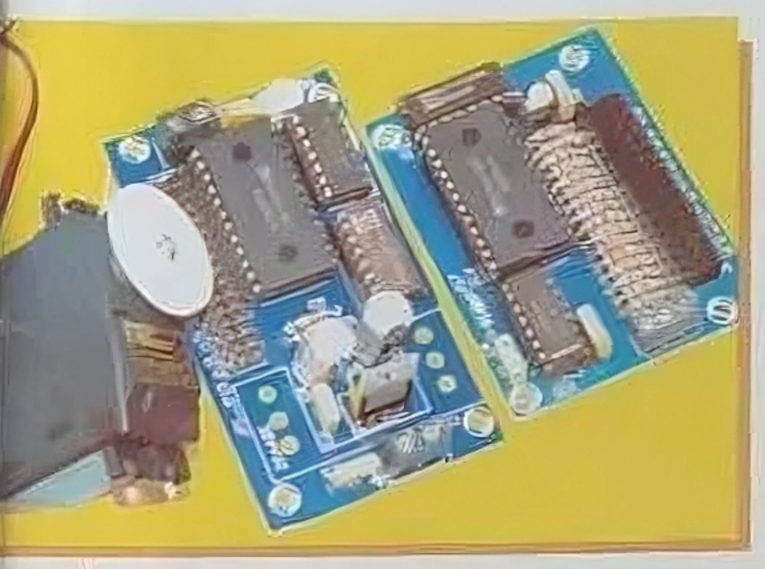
TOR ULTRADŹWIĘKOWY

8/98

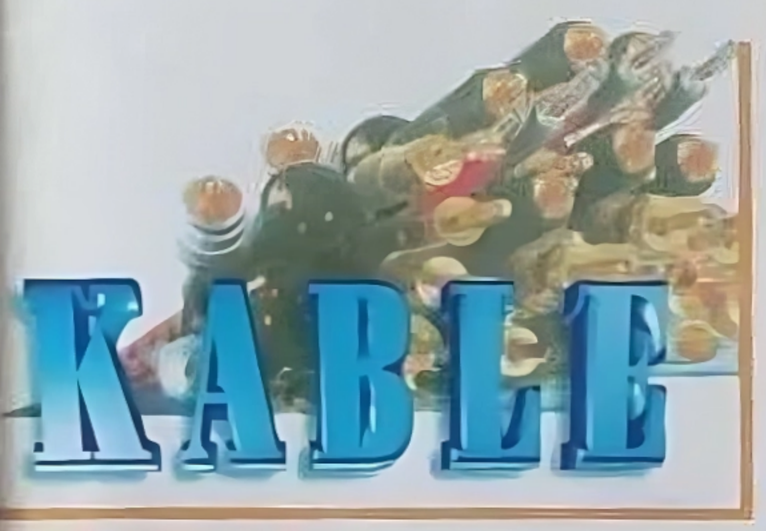
5 zł 40 gr

Sierpień 1998

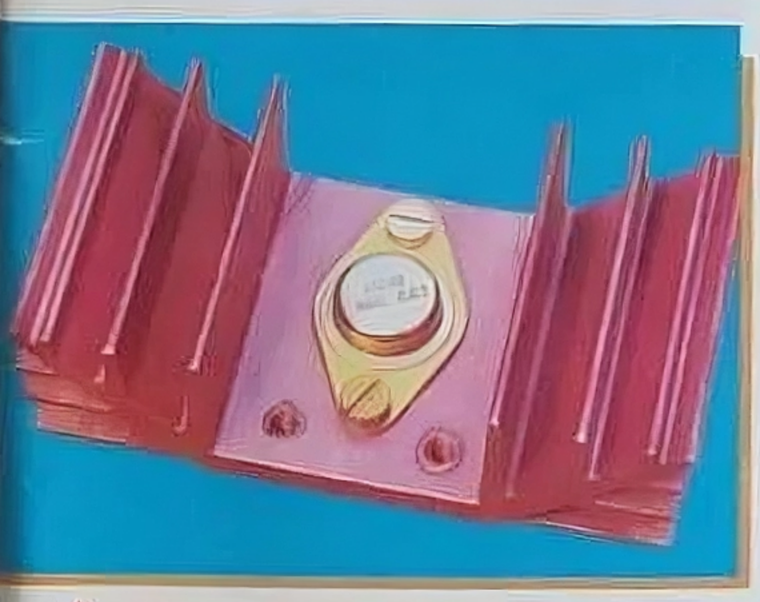
ELEKTRONIKA dla wszystkich



▲ Sterownik serwo-mechanizmów

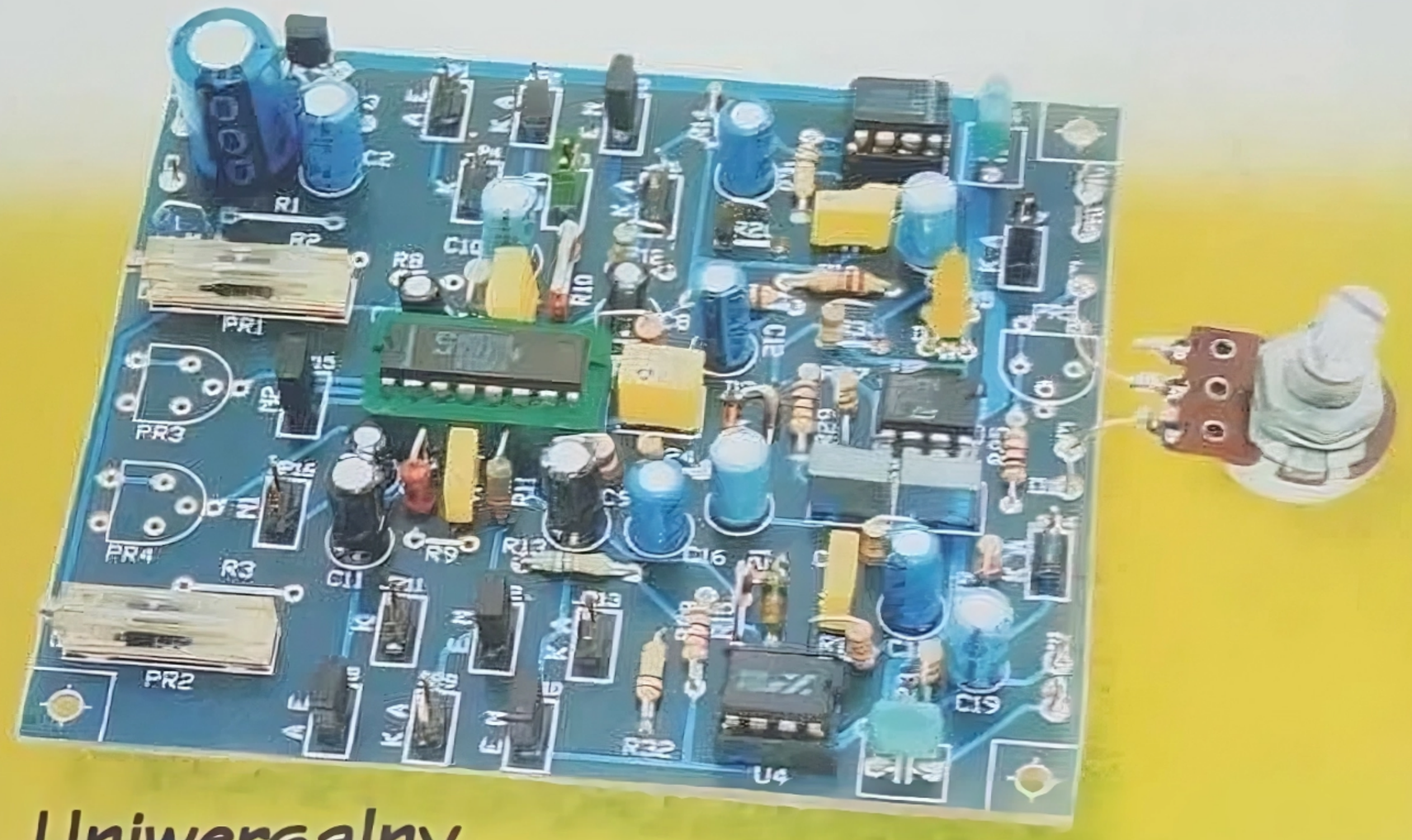


▲ Kable i okablowanie



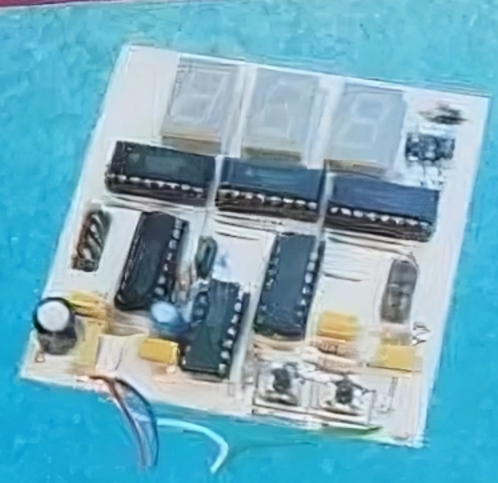
▲ Radiatory

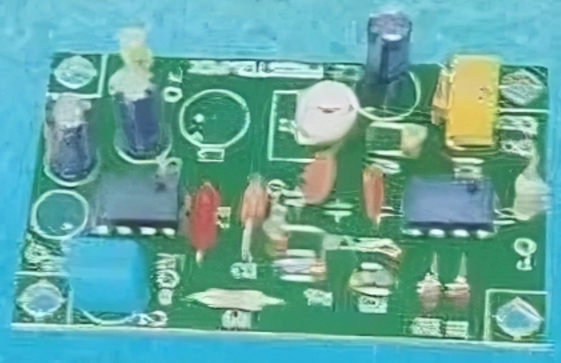
INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698



Uniwersalny procesor dynamiki

Szkoła Konstruktorów – Test baterii

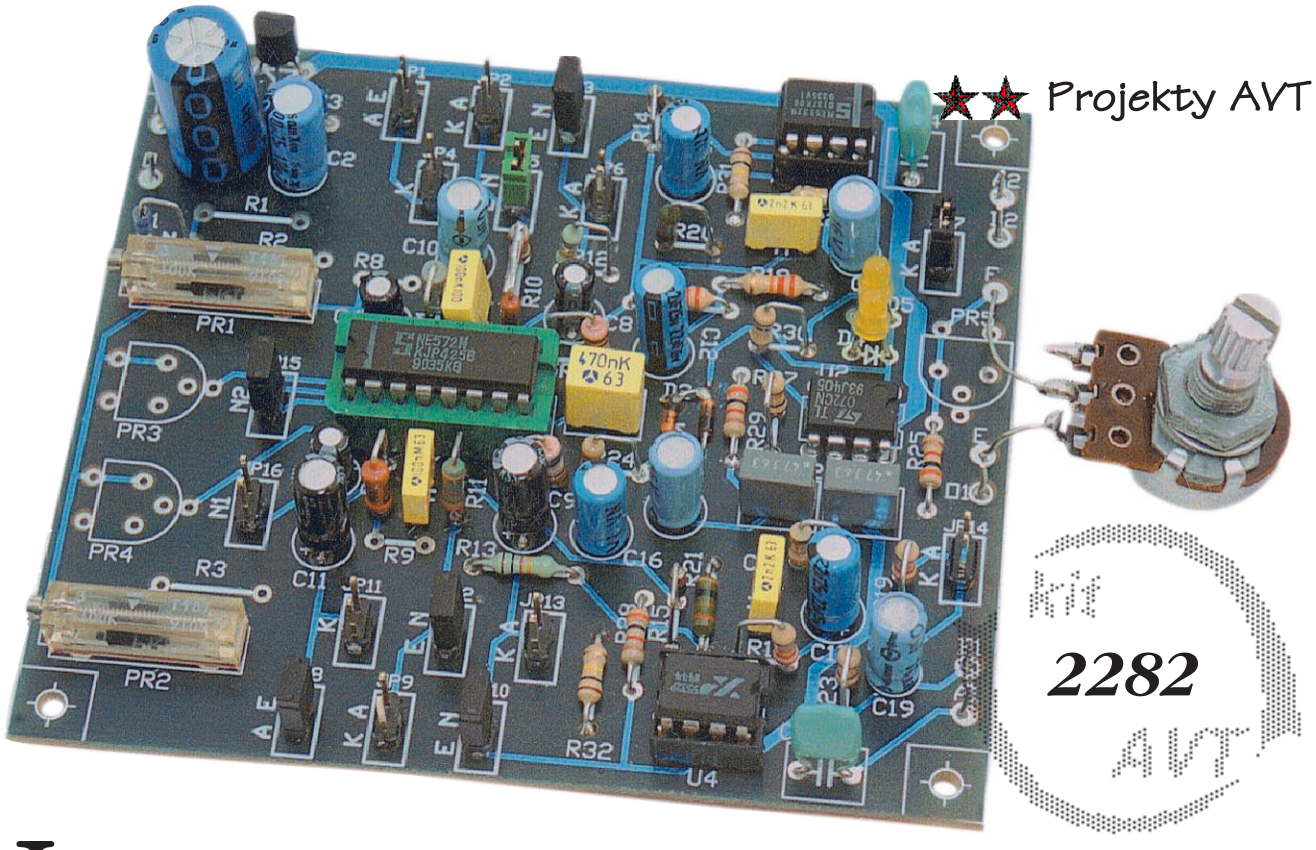




- Uniwersalny licznik z przeniesieniem
- Prostownik aktywny
- Najprostszy próbnik stanów logicznych
- Elektroniczne organki
- Anteny początkującego radioamatora

ELEKTRONIKA 2000

9 771425 169986 08



Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572

Przedstawiony procesor audio to urządzenie, które powinien poznać, wykonać i wykorzystywać dosłownie każdy miłośnik techniki audio. Opisany nieskomplikowany układ pozwala małym kosztem zrealizować następujące pożyteczne urządzenia:

- *ogranicznik poziomu (limiter) lub układ ARW*
- *kompresor*
- *ekspandor*
- *bramkę szumu*

oraz dodatkowo

- *regulator wzmocnienia sterowany napięciem lub prądem.*

Uzyskane parametry są bardzo dobre, a to dzięki zastosowaniu nowoczesnych układów scalonych. Montaż, uruchomienie układu nie powinny nikomu sprawić trudności. Wyboru potrzebnej funkcji dokonuje się za pomocą kilku zwór.

Układ procesora dźwięku jest niezastąpiony w każdym studiu dźwiękowym, gdzie pozwala zmniejszać lub zwiększać dynamikę sygnałów, redukować szumy i utrzymywać wielkość sygnału na zadanym poziomie. Okaże się bardzo przydatny zarówno w systemach nagłośnienia na żywo (koncerty, odczyty, wykłady, akademie, itp.), jak i przy obróbce dźwięku zapisanego na taśmach i płytach (udźwiękowienie filmów, realizacja własnych nagrań, odszumianie starych nagrań, itp.).

Niestety, nie da się ukryć, że zdecydowana większość młodych adeptów elektroniki (i nie tylko młodych) ma duże kłopoty z dogłębnym zrozumieniem zasady działania tego typu układów, oraz sensu i celu ich stosowania. W konsekwencji te arcyciekawe i pożyteczne urządzenia nie cieszą się zbytnim zainteresowaniem hobbystów. Doceniane i wykorzystywane są natomiast powszechnie przez profesjonalistów.

Ponieważ największą barierą na drodze do wykorzystania wspomnianych interesujących urządzeń okazuje się brak dokładnej wiedzy, w poprzednim i bieżącym numerze EdW zamieszczono dodatkowy artykuł, który dogłębnie wyjaśnia jak działają wspomniane urządzenia i dlaczego są potrzebne. Natomiast w niniejszym artykule podany jest szczegółowy opis konstrukcji uniwersalnego procesora dynamiki audio z układem NE572. Do zrozumienia wszystkich podanych tu wiadomości potrzebna jest też wiedza zawarta we wspomnianym dwuczęściowym artykule o procesorach dynamiki.

Przed wielu laty wykonanie podobnego procesora dźwięku rzeczywiście było trudnym i kosztownym zadaniem, ale dziś przy wykorzystaniu specjalizowanych układów scalonych nie jest to naprawdę żadnym problemem. Informacje teoretyczne zawarte we wspomnianych artykułach z powodzeniem wystarczą do zrozumienia zasady działania, zbudowania, a potem praktycznego wypróbowania i wykorzystania prezentowanego arcypożytecznego urządzenia. Nie trzeba być wcale specjalistą. Niemniej jednak żeby sensownie wykorzystać opisany moduł trzeba rozumieć, jakie funkcje pełnią kompresor, ekspandor, limiter i bramka szumu, a także trzeba dobrać właściwe poziomy sygnałów (chyba, że ktoś będzie poznawał ich działanie praktycznie, metodą prób i błędów podczas testów modelu). Tylko dlatego stopień trudności projektu oceniono na dwie gwiazdki. Natomiast z budową i uruchomieniem opisanego układu nie będą mieć problemów nawet początkujący i projekt mógłby być oceniony na jedną gwiazdkę.

Dla osób, które chciałyby poznać jeszcze bliżej interesującą kostkę NE572, zwaną kompandorem (**komp**resorem i exp**andorem**) i stosować ją we własnych konstrukcjach, przewidziano artykuł z cyklu „Najsłynniejsze aplikacje", który

zostanie zamieszczony w następnym numerze EdW. Opisano tam szczegółowo, jak zbudowany jest układ scalony NE572 wyjaśniając, jak potrzebne funkcje regulacji wzmocnienia pod wpływem poziomu przetwarzanego sygnału realizowane są na drodze elektronicznej i jakie przy tym występują ograniczenia.

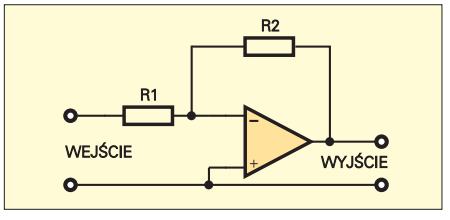
Zasada działania

Wbrew pozorom i obiegowym opiniom, generalna zasada działania układów do zmiany dynamiki sygnału jest bardzo prosta. Aby zrozumieć istotę rozwiązania, wystarczy rozumieć, jak pracuje wzmacniacz operacyjny w roli wzmacniacza odwracającego.

Układ pokazany jest na **rysunku 1.** Wzmocnienie wyznaczone jest stosunkiem rezystancji R2 do R1

$$G = \frac{R2}{R1}$$

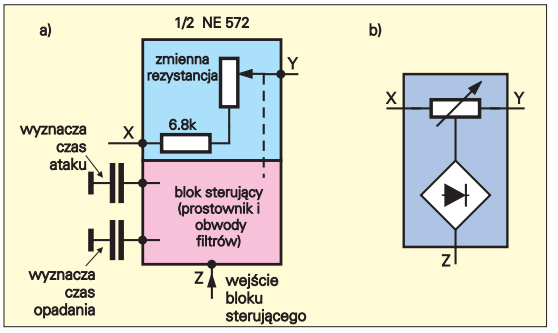
W układzie procesora dynamiki jedna z tych rezystancji jest stała (rezystor), a druga rezystancja zmienia swą wartość pod wpływem sygnału (prądu) sterującego. W prezentowanym module wykorzystano układ scalony NE572, który zawiera dwa niezależne, identyczne tory. W każdym torze znajduje się „zmienny rezystor", a właściwie blok regulacji wzmocnienia za pomocą prądu stałego, oraz obwód aktywnego prostownika pełnookresowego z niezależnymi obwodami czasu ataku i opadania.



Rys. 1. Wzmacniacz operacyjny w układzie odwracającym

Blok regulacji wzmocnienia w rzeczywistości jest dość złożonym układem podziału prądu, jednak śmiało można go potraktować jako zmienną rezystancję. Rezystancja ta zależy od prądu sterującego. Gdy prądu nie ma, rezystancja jest, powiedzmy, nieskończenie wielka. Ze wzrostem prądu sterującego rezystancja ta maleje.

Uproszczony schemat blokowy jednej połówki układu NE572 pokazany jest na **rysunku 2a** i **2b**. Więcej szczegółów na temat budowy tej kostki zawarte jest w artykule, który opublikowany będzie za miesiąc. Teraz do celów praktycznych wystarczy informacja, że zawiera ona regulowaną rezystancję, której wartość zmienia się pod wpływem sygnału sterującego w zakresie od 6,8kΩ do nieskończoności. Co najważniejsze, aby zbudować kompresor, ekspandor czy limiter, do kostki NE572

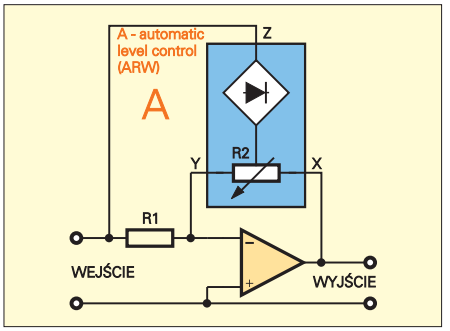


Rys. 2. Uproszczony schemat blokowy układu NE572

wystarczy dodać wzmacniacz operacyjny i kilka elementów biernych.

Aby zapoznać się z prezentowanym modułem, na początek warto prześledzić, jak pracuje układ automatycznej regulacji wzmocnienia (ARW), który w bardzo prosty sposób można przekształcić w układ limitera o dowolnie regulowanym wzmocnieniu.

Uproszczony schemat blokowy układu ARW pokazano na **rysunku 3**. Osobom zaznajomionym z układami ARW dziwne wyda się dołączenie wejścia prostownika do wejścia układu, a nie do wyjścia, jak to jest w klasycznych układach ARW. Jak się za chwilę okaże, nie jest to pomyłka.



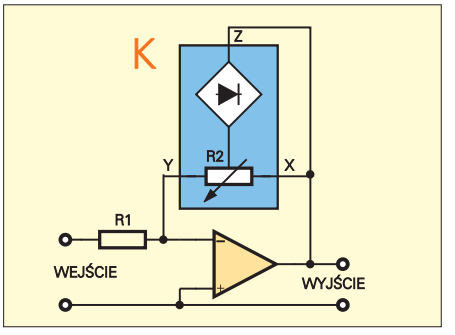
Rys. 3. Schemat blokowy układu ARW

Gdy na wejściu pojawi się maleńki sygnał, po wyprostowaniu go w układzie prostownika, uzyskany prąd sterujący jest bardzo mały. Zgodnie z wcześniejszą informacją, przy maleńkim prądzie sterującym „zmienna rezystancja" kostki NE572 jest bardzo duża. Wypadkowe wzmocnienie wzmacniacza operacyjnego jest więc bardzo duże.

Jeśli na wejściu pojawi się duży sygnał, po wyprostowaniu da on odpowiednio duży prąd sterujący. Zmniejszy to „zmienną rezystancję" i tym samym zmniejszy wypadkowe wzmocnienie wzmacniacza operacyjnego. Na ile zmieni? Właśnie tu, w powtarzalnych i ściśle określonych właściwościach tej „zmiennej rezystancji" tkwi cała tajemnica układu. Konstruktorzy kostki NE572 zadbali o to, by w zależności od poziomu sygnału (wejściowego, podawanego też na wejście bloku sterującego) zmienna rezystancja i wzmocnienie wypadkowe zmniejszały się na tyle, że na wyjściu zostanie utrzymany stały poziom sygnału.

Dla wielu Czytelników taki sposób działania może być zaskoczeniem i zupełną nowością. Rzeczywiście, zasada jest tu zupełnie inna niż w popularnych układach ARW. W klasycznym układzie automatycznej regulacji wzmocnienia, obwód sterujący wzmocnieniem sprawdza poziom sygnału na wyjściu i stosowanie zmienia wzmocnienie by utrzymać stałą wielkość sygnału. Tu jest zupełnie inaczej. Nie trzeba sprawdzać sygnału na wyjściu, czyli jakby „po fakcie", bo dzięki odpowiednio dobranym właściwościom kostki NE572, wzmocnienie dobierane jest „z wyprzedzeniem", na podstawie poziomu sygnału wejściowego. A wszystko dzięki odpowiednio dobranym właściwościom bloku sterującego i „zmiennej rezystancji".

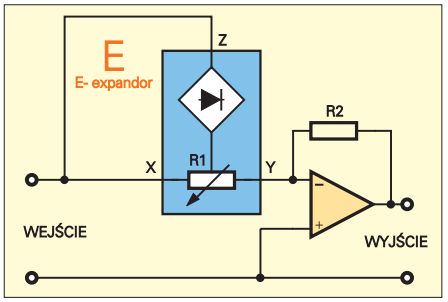
W trochę podobny sposób działa układ kompresora – ale wejście prostownika (punkt oznaczony C) dołączone jest tym razem do... wyjścia układu. Pokazano to na **rysunku 4**. Występuje tu interesująca wzajemna zależność: pojawienie się sygnału na wyjściu zawsze powoduje wzrost zmiennej rezystancji i tym samym... zmniejszenie wzmocnienia. A zmniejszenie wzmocnienia oznacza mniejszy sygnał na wyjściu i... mniejszy wpływ tego sygnału na wzmocnienie. Na pierwszy rzut oka można się spodziewać, że właśnie to jest układ ARW. Ale nie! Zmiany rezystancji są takie, że zmiany wzmocnienia są tu mniejsze, niż w układzie limitera i układ jest właśnie kompresorem. Kto chciałby wgłębiać się w ten temat, powinien zajrzeć do katalogu, gdzie podane są szczegółowe wzory.



Rys. 4. Schemat blokowy kompresora

Ogromnej większości Czytelników EdW te wzory są niepotrzebne, wystarczy więc przyjąć do wiadomości, że po prostu tak buduje się układ kompresora.

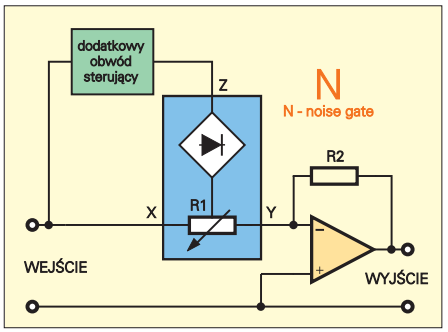
Także w układzie ekspandora pokazanym na **rysunku 5**, zmienna rezystancja kostki NE572 jest wielka przy braku sygnałów na wejściu prostownika. Przy takiej



Rys. 5. Schemat blokowy ekspandora

konfiguracji wzmocnienie przy bardzo małych sygnałach jest bliskie zeru – układ praktycznie nie przepuszcza sygnału – tłumi go niemal całkowicie. Wraz ze wzrostem sygnału wejściowego, zmniejsza się zmienna rezystancja R1 i wzmocnienie rośnie. Czym większy sygnał na wejściu, tym mniejsza zmienna rezystancja, tym większe wzmocnienie i tym większy sygnał na wyjściu.

Bramka szumu z **rysunku 6** ma działanie podobne do ekspandora, z tym, że zmiana wzmocnienia nie następuje płynnie, tylko szybko zmienia się po przekroczeniu poziomu sygnału. Gdy sygnały wejściowe są mniejsze od nastawionej wartości progowej, „zmienna rezystancja jest bardzo duża i układ praktycznie nie przepuszcza sygnału. Po przekroczeniu progowej wielkości sygnału, „zmienna rezystancja" zmniejsza się do ustalonej, stałej wartości i układ przepuszcza sygnał, mając (uwaga! w odróżnieniu od poprzednich) stałe wzmocnienie, na przykład równe 1, niezależnie od wielkości sygnału. Jak z tego wynika, w układzie bramki szumu potrzebny jest dodatkowy blok, który zapewni pracę układu w dwóch stanach: maksymalnej i minimalnej wartości zmiennej rezystancji.

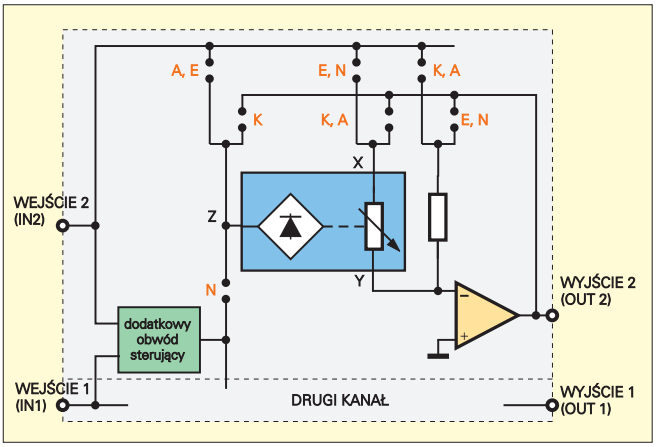


Rys. 6. Schemat bramki szumu

Takimi oto prostymi sposobami można zrealizować bardzo pożyteczne układy mające charakterystyki jak na **rysunku 7**.

Opis układu procesora

Schemat blokowy jednego kanału uniwersalnego procesora dynamiki pokazany jest na **rysunku 8**. Procesor zawiera dwa niezależne, jednakowe kanały. Dodatkowy obwód dla bramki szumu może być wykorzystywany przez oba kanały jednocześnie. Porównanie rysunków 3...6 z rysunkiem 8 pokazuje, że prezentowane urządzenie rzeczywiście jest uniwersalne, ponieważ każdy kanał może być skonfigurowany niezależnie za pomocą zwór (jumperków) do pracy w jednym z czterech trybów: układu ARW, a praktycznie limitera (A), kompresora (K), ekspandora (E) lub bramki szumu (N). W tym celu niczego nie trzeba przelutowywać – wystarczy tylko zewrzeć jumperkami zwory oznaczone stosowną literą (A, K, E, N) i układ momentalnie zostaje skonfigurowany do danej roli. Nie trzeba się nawet przy tym zastanawiać – wystarczy wykonać odpowiednie zwory. Jeden moduł, zawierający dwa niezależne kanały może więc być na przykład stereofoniczną bramką szumu lub stereofonicznym ekspandorem używanym do odszumiania starych nagrań, albo monofonicznym limiterem poprzedzonym bramką szumu do systemów nagłośnienia.



Rys. 8. Schemat blokowy modułu

Szczegółowy schemat ideowy modułu pokazany jest na **rysunku 9**.

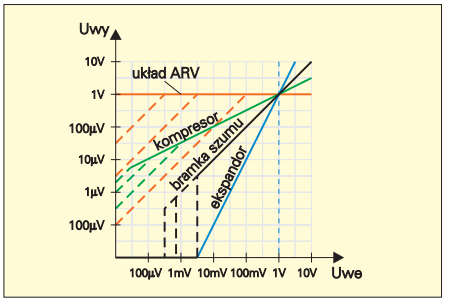
Układ jest zasilany napięciem pojedynczym z wykorzystaniem stabilizatora U5 typu 7812.

Uwaga! Na schemacie występuje zarówno symbol masy, jak i ujemne napięcie V-, ale jest to ten sam obwód.

Teoretycznie można pominąć stabilizator i bezpośrednio zasilać układ napięciem w granicach 9...15V. Taki sposób nie jest jednak zalecany, bowiem w sygnale wejściowym mogą się pojawić szumy i zakłócenia przedostające się z dodatniej szyny zasilania. Zastosowanie małego stabilizatorka 78L12 likwiduje takie niebezpieczeństwo.

Wejściami sygnału są punkty oznaczone A1, A2. Wzmacniacze U3A i U4B pracują jako wtórniki, dzięki czemu rezystancja wejściowa jest duża, równa rezystancji R31 i R32 i wynosi 100kΩ.

Rys. 7. Charakterystyki układów korekcji dynamiki



Sygnał z wyjść obu buforów jest sumowany i wzmacniany najpierw we wzmacniaczu U2B, potem we wzmacniaczu U2A. Ten obwód wykorzystywany jest tylko w układzie bramki szumu. Zostanie on omówiony później.

Dzielnik R30, R29 wytwarza napięcie sztucznej masy, równej mniej więcej połowie napięcia zasilającego. Należy zauważyć, że takie napięcie stałe panuje na wejściach i wyjściach wzmacniaczy U3A, U4B oraz U2A, U2B. Natomiast napięcie stałe na wejściach wzmacniaczy U3B i U4A jest niższe, wynosi około 2,5V i jest równe napięciu odniesienia wytwarzanemu przez kostkę U1 (na jej końcówkach 6 i 10).

Sygnał z wyjść buforów U3A i U4B jest podawany na właściwy procesor dźwięku, składający się ze wzmacniacza operacyjnego i bloków zawartych w kostce NE572.

Potencjometry montażowe PR1 i PR2 z rezystorami R2 i R3 posłużą do kompensacji wewnętrznych napięć niezrównoważenia układu NE572. Chodzi o to, że obwody „zmiennej rezystancji" składające się z pewnej liczby tranzystorów nie są idealne i w konsekwencji wraz ze zmianą wzmocnienia, w niewielkim stopniu może zmieniać się napięcie stałe na wyjściach wzmacniaczy operacyjnych U3B i U4A. Może to być słyszalne w głośnikach. Jeśli w czasie pracy układu dałyby się zaobserwować takie wahania stałego napięcia wyjściowego w takt sygnału sterującego, wystarczy odpowiednio ustawić potencjometry PR1 i PR2. W wielu wypadkach taka regulacja nie będzie konieczna, ale na wszelki wypadek przewidziano elementy kompensacyjne PR1, PR2, R2 i R3.

Natomiast elementy PR3, PR4, R33, R34 z wersji podstawowej nie będą montowane. Być może okażą się potrzebne jedynie w precyzyjnym układzie stereofonicznego ekspandora i posłużą do wyrównania charakterystyk obu kanałów dla najniższych poziomów sygnału.

Rola rezystorów R8 i R9 będzie opisana w dalszej części artykułu.

Wzmianki wymaga jeszcze tor ze wzmacniaczami U2A i U2B. Jest on czynny tylko w układzie bramki szumu. Ponieważ bramka ma się otwierać już przy stosunkowo niewielkich sygnałach (trochę większych od poziomu szumów), konieczne są dwa stopnie wzmocnienia. Bramka ma działanie progowe – pozostaje zamknięta, aż sygnały wejściowe przekroczą ustalony poziom. Gwarantują to diody D2 i D3. Dopóki wzmocnione sygnały mają amplitudę mniejszą niż 0,6V, żadna z diod nie przewodzi i bramka nie przepuszcza sygnału. Dla większych sygnałów bramka ma mieć stałe wzmocnienie – zapewniają to zielone diody LED D4 i D5, które obcinają wierzchołki sygnału w torze sterującym do wartości mniej więcej ±2,2V. Taki obcięty do kształtu prostokąta sygnał sterujący (o praktycznie stałej wartości) zapewnia stałą wartość wzmocnienia otwartego toru bramki.

Dla dociekliwych i zaawansowanych

Obwody R16, R18, C12 oraz R17, R19, C17 są niezbędne jedynie w układzie kompresora i limitera, żeby zapewnić stałoprądowe sprzężenie wyjścia z wejściem odwracającym wzmacniacza. Chodzi o to, żeby zapewnić przepływ prądu stałego (polaryzującego wejście) by wyjście nie weszło w stan nasycenia. Ale ten obwód ma realizować sprzężenie tylko dla prądu stałego, bo dla prądu zmiennego sprzężenie realizowane jest przez „zmienną rezystancję" kostki NE572. Stąd obecność kondensatorów C12, C17, które skutecznie odfiltrowują sygnały akustyczne.

W układzie ekspandora i bramki szumów sprzężenie stałoprądowe zapewniają rezystory R10 i R11, więc wspomniane obwody nie są wprawdzie potrzebne, ale też nie przeszkadzają w działaniu układu.

Dwójniki R20C13 i R21C14 poprawiają stabilność wzmacniaczy operacyjnych NE5532.

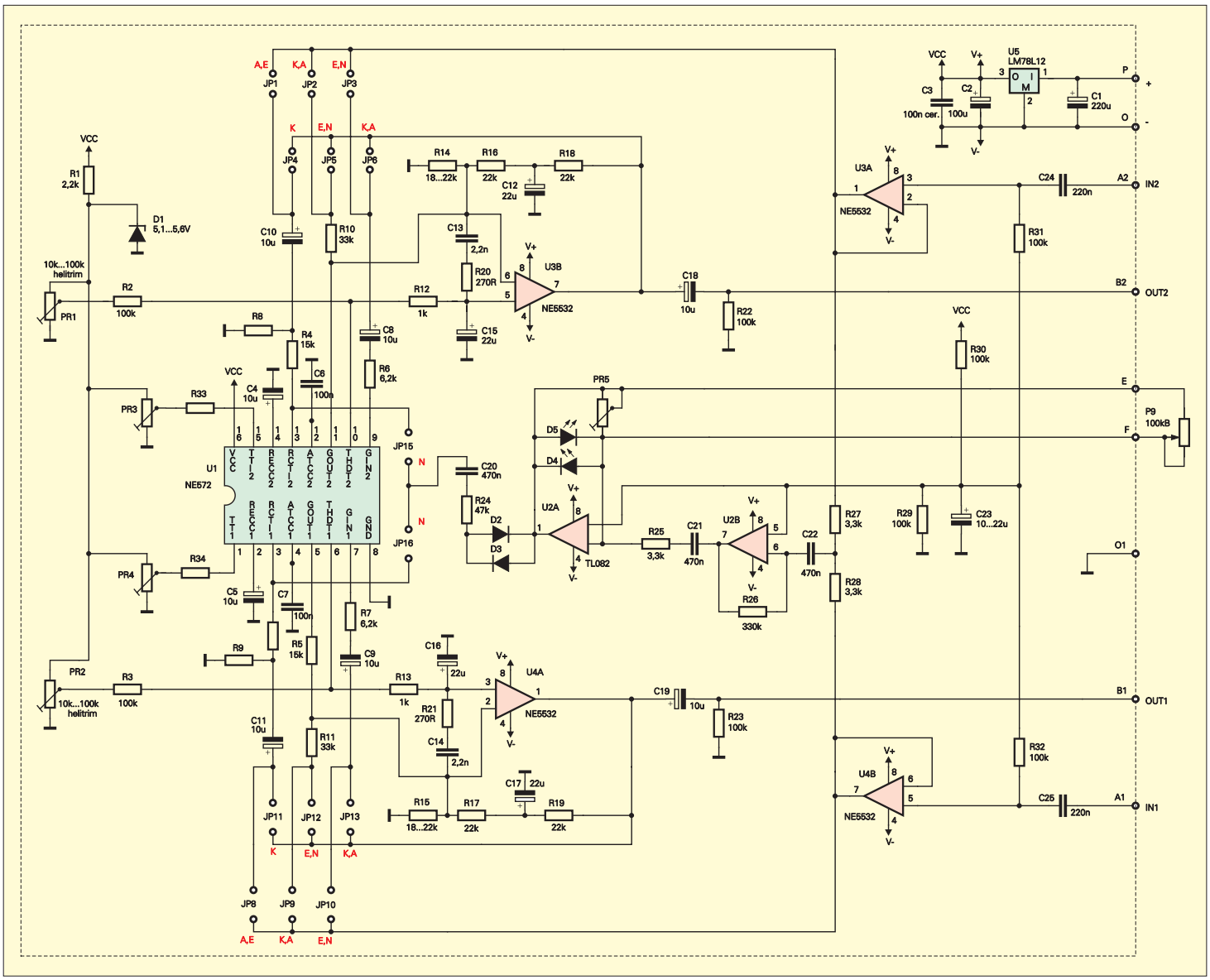
Rezystory R14 i R15 pozwalają podwyższyć napięcie stałe na wyjściu i tym samym zwiększyć zakres zmiennych napięć wyjściowych. Bez nich napięcie stałe na wyjściach wzmacniaczy wynosi 2,5V. Jeśli sygnały na tych wyjściach nie będą większe niż 1V wartości skutecznej (a ściślej biorąc 2,8Vpp czyli międzyszczytowo), a tak jest w ogromnej większości przypadków, rezystory R14 i R15 w ogóle nie są potrzebne. Jeśli jednak sygnały wyjściowe miałyby być większe (co wyjątkowo może się zdarzyć jedynie w układzie ekspandora) warto dodać te rezystory. W zestawie AVT-2282 mają one wartość 18...22kΩ, co jest wartością uniwersalną zarówno dla ekspandora i bramki szumu, jak też dla kompresora i limitera. Jeśli ktoś będzie chciał na stałe wykorzystać układ w roli ekspandora, może dobrać wartości R14 i R15, aby na wyjściach U3B i U4A uzyskać napięcia stałe równe połowie napięcia zasilania, czyli około 6V.

Przy okazji warto dodać, że elementy układu są tak dobrane, iż poziomem charakterystycznym (przy którym dla ekspandora i kompresora wzmocnienie wynosi 1, a dla limitera jest maksymalnym napięciem wyjściowym), jest poziom 0,45Vsk, co dla „sinusa" daje 1,3V międzyszczytowo.

W drugiej części artykułu przedstawione zostaną szczegółowe wskazówki dotyczące montażu, uruchomienia i praktycznego wykorzystania.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Rys. 9. Schemat ideowy modułu



Eksperymentalny tor ultradźwiękowy

Chciałbym zaproponować Czytelnikom EdW budowę prostego układu, za pomocą którego wkroczymy na obszar mało jeszcze spenetrowany: dźwięków niesłyszalnych dla człowieka, a odgrywających wielką rolę w przyrodzie i technice. Mam tu na myśli, jak się pewnie domyślacie, ultradźwięki. Ultradźwięki o częstotliwości powyżej 20 000 Hz, niesłyszalne dla ucha ludzkiego, którego górna granica słyszalności nie przekracza najczęściej nawet 17kHz, są odbierane przez niektóre zwierzęta (psy, nietoperze). Ultradźwięki są stosowane w technice (m.in. w badaniach nieniszczących), echolokacji i hydrolokacji. Szczególnie ważne jest zastosowanie ultradźwięków w medycynie. Ultrasonografia, USG – metoda diagnostyczna wykorzystująca zjawisko echa ultradźwiękowego jest jedną z częściej stosowanych nieinwazyjnych metod badania narządów wewnętrznych. W odróżnieniu od metod diagnostycznych opartych na promieniowaniu rentgenowskim, badania przeprowadzane za pomocą ultradźwięków nie wywierają negatywnego wpływu na organizm człowieka (przynajmniej takiego wpływu, jak dotąd, nie stwierdzono).

Proponowany układ ma przede wszystkim charakter eksperymentalny i może posłużyć zdobywaniu praktycznych danych na temat ultradźwięków i ich stosowania. Nie oznacza to jednak bynajmniej, że nie ma on żadnego konkretnego zastosowania praktycznego. Wprost przeciwnie, wykorzystując to proste, zbudowane na zaledwie dwóch układach scalonych urządzenie możemy zrealizować aż dwa układy mające praktyczne zastosowanie. Pierwszym jest tor ultradźwiękowy, który może być interesującą alternatywą dla powszechnie stosowanych w układach alarmowych aktywnych torów podczerwieni. Zasięg takiego toru może, w wykonaniu podstawowym, wynosić kilka metrów, a przy zastosowaniu dodatkowych elementów skupiających wiązkę ultradźwięków nawet kilkanaście metrów. Taka bariera ultradźwiękowa może zostać zastosowana nie tylko w układach alarmowych, ale wszędzie tam, gdzie potrzebujemy uzyskać informację o przekroczeniu wyznaczonej linii przez osobę lub przedmiot.

Drugim, możliwym do wykonania bez jakichkolwiek przeróbek zastosowaniem proponowanego układu jest wykorzystanie go jako prostego, dość prymitywnego sonaru o niewielkim zasięgu. Nie umożliwi on dokładnej lokalizacji śledzonego obiektu w przestrzeni, ani też pomiaru odległości. Sonar dający takie możliwości jest obecnie w ostatnim stadium testowania i w najbliższej przyszłości jego opis zostanie przekazany do dyspozycji Czytelników. Nasz układ może służyć jedynie rejestracji faktu zbliżenia się do jakiegoś obiektu. Jedno z możliwych zastosowań nasuwa się samo: urządzenie może być prostym „radarem" do parkowania, sygnalizującym zbliżanie się tyłu samochodu do przeszkody. Osobiście, opierając się na długoletniej praktyce kierowcy, jestem zdania, że lepiej nauczyć się sprawnie parkować samochód bez pomocy takich „wynalazków", niemniej zastosowanie proponowanego urządzenia w samochodach o bardzo ograniczonej widoczności do tyłu (np. Polonez TRUCK), może mieć pewien sens.

Niemniej, jeszcze raz podkreślam, proponowany układ ma za zadanie przede wszystkim zachęcenie Was do eksperymentów z ultradźwiękami, których wyniki mogą być doprawdy bardzo nauczające. W dalszej części artykułu przekażę Wam kilka sugestii, które mogą zostać wykorzystane przy ciekawych doświadczeniach z wykonanym urządzeniem.

Proponowany układ został zaprojektowany z wykorzystaniem tanich i ogólnie dostępnych elementów, a jego wykonanie nie przekracza możliwości nawet zupełnie początkujących elektroników. Jedynym elementami trochę trudniejszymi do zdobycia są dwa przetworniki ultradźwiękowe, które jednak znajdują się w ofercie handlowej AVT.

Podczas konstruowania tego układu naszły mnie smutne refleksje. Zbudowałem urządzenie, z którym za chwilę pozwolę sobie Was zapoznać, obok na biurku leży prawie ukończony i testowany projekt dalmierza ultradźwiękowego. Mogłoby się wydawać, że zrobiłem coś ciekawego. Tymczasem, w porównaniu z tym, co „powstało samo" nie zrobiłem właściwie niczego. Czym bowiem są nawet najdoskonalsze urządzenia echolokacyjne w porównaniu z maleńkim „urządzeniem" umieszczonym w organizmie niewielkiego stworzenia jakim jest zwykły, znany każdemu nietoperz. Za pomocą naszego sonaru będziemy mogli zlokalizować ścianę z odległości kilkunastu metrów. Tymczasem echolokator tego maleńkiego stworzonka potrafi namierzyć, z niewiarygodną precyzją, muchę z podobnej odległości! No cóż, nie pierwszy raz osiągnięcia techniki okazują się niczym wobec tworów przyrody! Dajmy jednak spokój filozofowaniu i bierzmy się za nasz układ.

Jak to działa?

Na rysunku 1 został pokazany schemat elektryczny toru ultradźwiękowego. Górna część schematu przedstawia część nadawczą układu, a dolna odbiornik ultradźwięków. Nadajnik skonstruowany został z wykorzystaniem jednego układu scalonego typu 4093, zawierającego w swojej strukturze cztery bramki NAND z wejściami Schmitt'a. Bramka IC1A posłużyła do zbudowania prostego generatora impulsów prostokątnych, którego częstotliwość pracy określa pojemność C1 i połączone ze sobą szeregowo rezystancje R1 i PR1. W układzie modelowym częstotliwość ta wynosiła 40kHz. Bramka IC1B pracuje jako inwerter, dostarczając sygnałów o przeciwnej fazie do wejść dwóch bramek: IC1C i IC1D. Nadajnik ultradźwięków Q1 zasilany jest sygnałem prostokątnym w układzie przeciwsobnym z wyjść tych bramek.

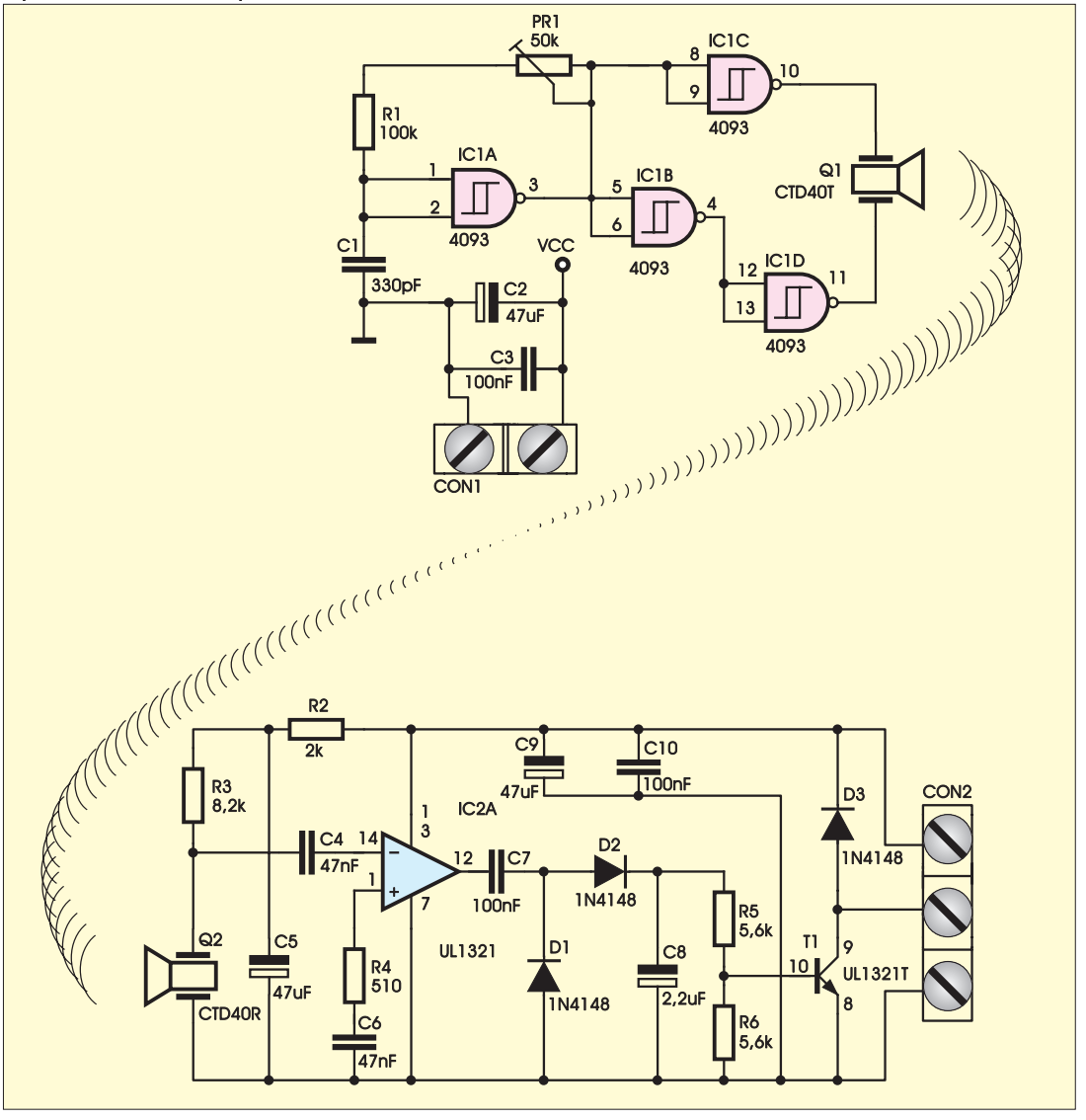
Do skonstruowania odbiornika ultradźwięków zastosowany został popularny układ scalony typu UL1321. Kostka ta zawiera w swojej strukturze dwa przedwzmacniacze akustyczne z oddzielonym zasilaniem i jeden tranzystor typu NPN. W naszym układzie wykorzystany został tylko jeden z przedwzmacniaczy i tranzystor, co radykalnie uprościło konstrukcję odbiornika i zmniejszyło koszt jego wykonania. Pasmo przenoszenia zastosowanego wzmacniacza sięga 300kHz, tak więc nadaje się on idealnie do wzmacniania dźwięków z pasma ponadakustycznego. Sygnał pobierany z wyjścia odbiornika ultradźwięków Q2 dostarczany jest do wejścia 14 układu IC2A, wzmacniany i poddawany detekcji w układzie z diodami D1 i D2. Wzmocnienie układu może być w szerokich granicach zmieniane za pomocą doboru wartości rezystora R4. Jeżeli poziom odbieranych ultradźwięków jest wystarczająco silny, to kondensator C8 ładuje się do napięcia umożliwiającego spolaryzowanie bazy tranzystora T1 (zawartego w strukturze układu UL1321, stąd nazwa: UL1321T) i w konsekwencji przewodzenie tego tranzystora.

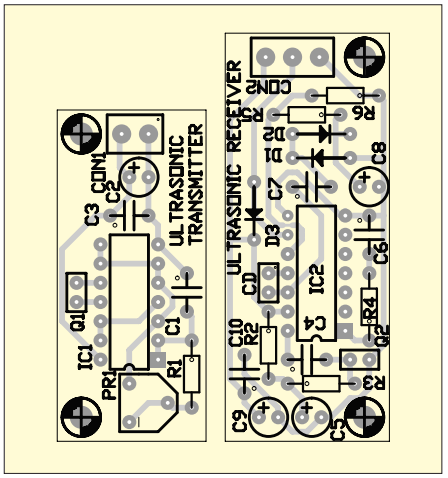
Tranzystor T1 może zostać wykorzystany do sterowania jakimkolwiek urządzeniem zewnętrznym, takim jak wejście centrali alarmowej, przekaźnik włączający sygnalizator czy też po prostu diodą LED.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została pokazana mozaika ścieżek płytek drukowanych, wykonanych na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie na nich elementów. Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczy-

Rys. 1. Schemat ideowy





Rys. 2. Schemat montażowy

nając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na podstawkach pod układy scalone i kondensatorach elektrolitycznych. Przetworniki ultradźwiękowe dołączamy do płytek za pomocą odcinków cienkiego przewodu lub srebrzanki.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania, a jedynie prostej regulacji. Za pomocą potencjometru montażowego PR1 ustawiamy częstotliwość pracy generatora zbudowanego na bramce IC1A. Częstotliwość ta powinna być równa częstotliwości rezonansowej zastosowanego przetwornika ultradźwiękowego i w układzie modelowym wynosiła 40kHz. Problem z regulacją układu mogą mieć jedynie ci konstruktorzy, którzy nie posiadają miernika częstotliwości. Tym kolegom polecam następujące metody regulacji:

Wykonać prosty miernik częstotliwości, np. AVT-2269 i za jego pomocą dokonać regulacji toru ultradźwiękowego.

W przypadku ostatecznym należy ustawić nadajnik i odbiornik naprzeciwko siebie, w odległości kilku metrów. Pomiędzy kolektor tranzystora T1 a plus zasilania można dołączyć diodę LED z rezystorem ograniczającym prąd o wartości 500Ω...1kΩ. Następnie pokręcając potencjometrem montażowym PR1 doprowadzamy do zapalenia się diody, co świadczyć będzie o zgrubnym dostrojeniu nadajnika do wymaganej częstotliwości. Następnie odsuwamy nieco odbiornik od nadajnika, aż do momentu zgaśnięcia diody LED i powtarzamy regulację. Kilkukrotne wykonanie opisanej czynności pozwoli na bardzo dokładne zestrojenie układu.

Metodę 2 zastosujemy także w przypadku zamontowania w układzie przetworników ultradźwiękowych, których częstotliwości roboczych nie znamy.

Zbudowany układ może być zasilany napięciem stałym o wartości dopuszczalnej dla układów CMOS. Jeżeli będzie nam zależeć na uzyskaniu dużego zasięgu, to zalecam zastosowanie napięcia zbliżonego do maksymalnego, tj. do 15VDC.

Jak już wspomniałem we wstępie do niniejszego artykułu, układ ma dwa podstawowe zastosowania. W przypadku użycia go jako aktywnego toru ultradźwiękowego, np. przy współpracy z centralą alarmową, odbiornik należy ustawić dokładnie naprzeciwko nadajnika, w odległości z zasady nieco mniejszej od maksymalnego zasięgu urządzenia. Przerwanie wiązki ultradźwięków przez przesuwający się obiekt spowoduje rozwarcie tranzystora T1 i może być wykorzystane przez centralę jako kryterium alarmu. Jeżeli natomiast zechcemy wykorzystać zbudowany układ jako prosty sonar zdolny zlokalizować duże obiekty z odległości paru metrów, to ustawiamy nadajnik obok odbiornika, tak jak pokazano na rysunku 3.

Nadeszła wreszcie pora na powiedzenie paru słów o proponowanych eksperymentach, jakie możemy wykonać za pomocą zbudowanego układu. Celem ich ma być przede wszystkim przygotowanie się do budowy bardziej skomplikowanych urządzeń wykorzystujących ultradźwięki. Warto zbadać, jaki jest współczynnik odbijania fal ultradźwiękowych przez przedmioty wykonane z różnych materiałów i na jaki użyteczny zasięg będzie można liczyć. Interesujące może być także zbadanie kąta rozchodzenia się wiązki ultradźwięków generowanych przez przetworniki różnego typu i charakterystykę kierunkową odbiorników.

Na zakończenie chciałbym polecić moim kolegom przeprowadzenie prostego, ale bardzo pouczającego eksperymentu, do którego wykonania potrzebny będzie jednak oscyloskop, niekoniecznie wysokiej klasy. Sondę oscyloskopu dołączamy do wyjścia (pin 12) wzmacniacza odbiornika i obydwa elementy toru ultradźwiękowego ustawiamy obok siebie. Naprzeciwko umieszczamy coś, co będzie odbijać wiązkę ultradźwięków, np. trzymany w ręku kawałek tektury. W tym momencie na ekranie oscyloskopu powinniśmy zaobserwować ładną sinusoidę, w przypadku dużej siły odbieranego sygnału z „ładnie przyciętymi" wierzchołkami. Następnie dość szybkim ruchem kilkukrotnie odsuwamy i przysuwamy odbijający ultradźwięki obiekt od zespołu nadajnik – odbiornik, cały czas bacznie obserwując ekran oscyloskopu. A teraz odpowiedzcie sobie, drodzy Koledzy na następujące pytania:

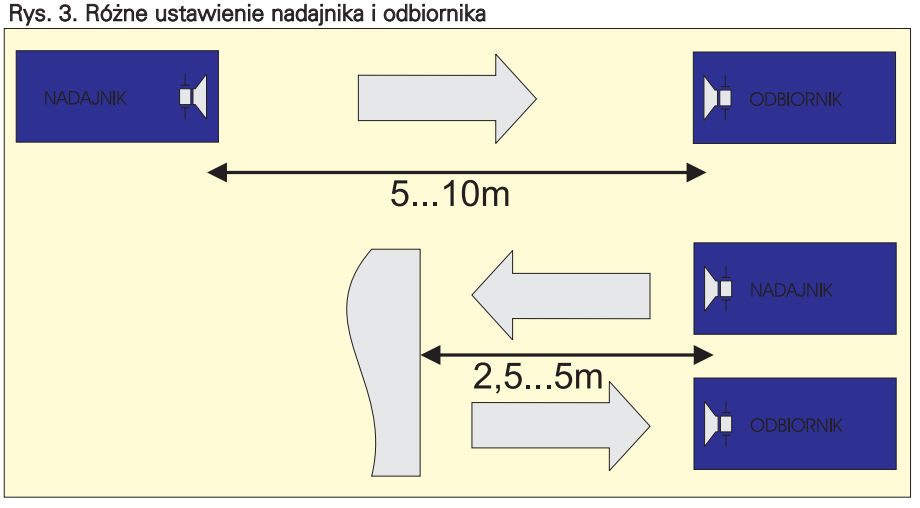
– *Jak nazywa się zjawisko, które zaobserwowaliśmy na ekranie oscyloskopu?*
– *Jak nazywa się element wyposażenia nowoczesnych samolotów bojowych USAAF, wykorzystujący to zjawisko?*

I wreszcie najciekawsze:

– *Jakie interesujące urządzenia możemy zaprojektować, bazując na tym, co zaobserwowaliśmy?*

Zbigniew Raabe

Rys. 3. Różne ustawienie nadajnika i odbiornika



Wykaz elementów

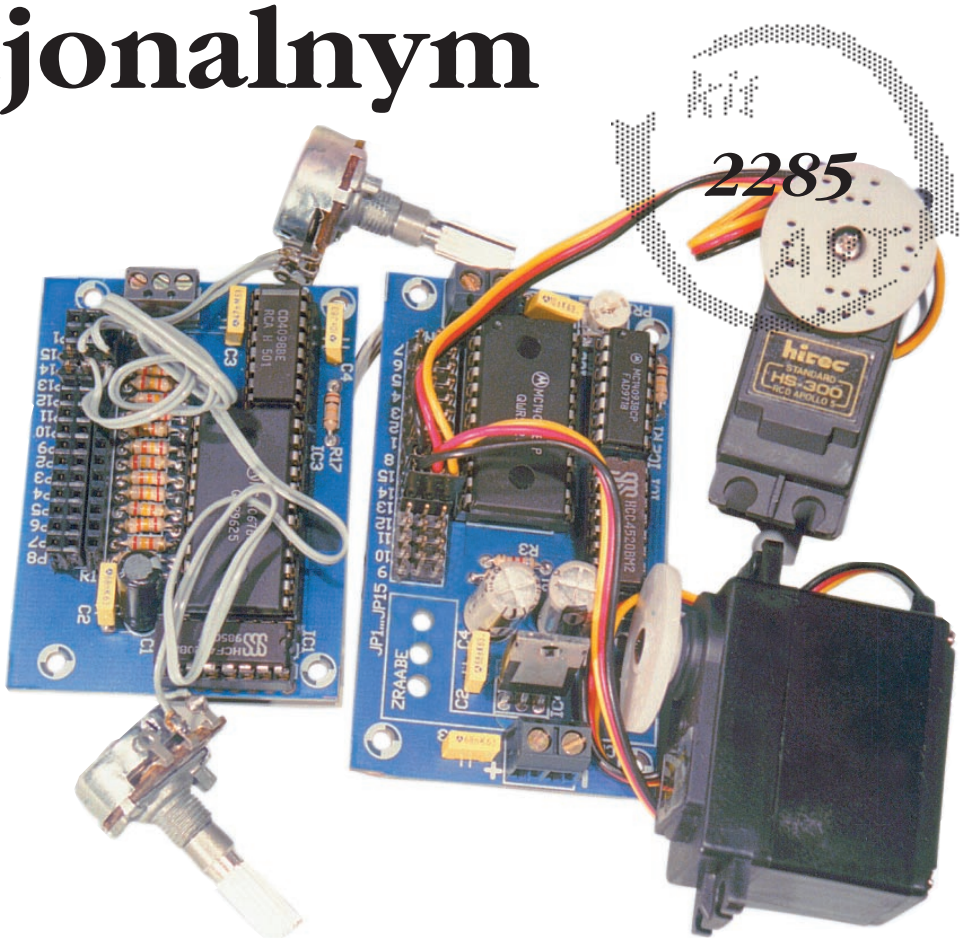
Rezystory
PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 50kΩ
R1: 100kΩ
R2: 2kΩ
R3: 8,2kΩ
R4: 510Ω
R5, R6: 5,6kΩ

Kondensatory
C1: 560pF
C2: C5, C9: 47µF/16
C3: C7, C10: 100nF
C6: C4: 47nF
C8: 2,2µF/16

Półprzewodniki
D1, D2, D3: 1N4148
IC1: 4093
IC2: UL1321

Pozostałe
CON1 : ARK2 (3,5mm)
CON2: ARK3 (3,5mm)
Q1: nadajnik ultradźwięków typu CTD40T lub o podobnej charakterystyce
Q2: odbiornik ultradźwięków typu CTD40R lub o podobnej charakterystyce

Koder i dekoder sterowania w systemie proporcjonalnym



Na łamach EdW temat zdalnego sterowania modeli był jak dotąd niezbyt dobrze traktowany, pomimo że wielu Czytelników domaga się w swoich listach opracowania i zamieszczenia w EdW opisu aparatury RC (Remote Control) przeznaczonej dla modelarzy. Ja szczególnie czuję się w tej sprawie winny, ponieważ jestem także modelarzem, wprawdzie z braku czasu niezbyt ostatnio aktywnym. Niestety, nie mam dla moich Czytelników zbyt dobrych wiadomości. Jak dotąd, nie udało nam się opracować układu kompletnej aparatury RC nadającej się do kierowania wszelkiego rodzaju modelami. Problem tkwi nie w części cyfrowej takiej aparatury, lecz w radiowym kanale łączności, którego poprawne wykonanie jest w warunkach amatorskich niezwykle trudne. Pewnym pocieszeniem jest dla mnie fakt, że dobrej klasy aparaturę RC, nadającą się do kierowania modeli latających, potrafi wyprodukować jedynie kilka firm na świecie. Pisałem już Wam o tym: aparatura do kierowanie modelami latającymi musi spełniać bardzo ostre kryteria niezawodności, praktycznie niemożliwe do spełnienia przez nawet zaawansowanego elektronika hobbystę. Co zatem mamy zrobić z tak ciekawym tematem? Odłożyć ad acta i zabrać się za coś innego? W żadnym przypadku, postaramy się zrobić następny krok naprzód i nawet jeżeli nie zbudujemy jeszcze profesjonalnej aparatury RC, do znacznie zbliżymy się do tego celu.

Chciałbym zapoznać Was z techniką sterowania proporcjonalnego, stosowaną w wszelkiego typu aparaturach zdalnego sterowania, obojętne czy wykorzystują one do przesyłania danych łączność radiową czy inne rodzaje komunikacji. W swoim czasie przekazałem już Wam kilka podstawowych informacji o serwomechanizmach, będących niezwykle ciekawym „przełożeniem" pomiędzy elektroniką i mechaniką, i stanowiących niezbędny składnik każdego systemu zdalnego sterowania w systemie proporcjonalnym. Dzisiaj rozszerzymy ten temat i postaramy się zbudować kompletny układ zawierający koder i dekoder sterowania proporcjonalnego, niestety jak na razie bez kanału łączności radiowej. Z pewnością wielu moich Czytelników zniechęci się w tym momencie i zaprzestanie dalszej lektury. Ich argumentacja może być z pozoru słuszna: „Po co nam taki układ, za pomocą którego nie możemy zdalnie kierować modelami i będziemy musieli dopiero czekać na opracowanie systemu przekazywania informacji?". Macie rację, ale tylko częściowo. Po pierwsze, proponowany układ i wiele innych, z którymi w przyszłości się zapoznamy może posłużyć do rozbudowy i modernizacji już posiadanych aparatur RC. Wiadomo, że w rękach hobbystów znajduje się pewna ilość sprzętu RC o marnych parametrach, kwalifikujących go co najwyżej do sterowania zabawkami. Mam tu na myśli aparatury dwukanałowe, które nadają się co najwyżej do kierowania prostymi modelami pojazdów kołowych lub pływających. Za pomocą naszego układu, wykorzystując sprawny kanał łączności posiadanej aparatury RC możemy wykonać w pełni profesjonalne urządzenie, posiadające aż piętnaście niezależnych kanałów sterowania proporcjonalnego i wyposażone w dodatkowe układy dostępne jak dotąd jedynie dla profesjonalnych modelarzy. A właśnie, korzystając z okazji chciałbym podziękować jednemu z nich: mojemu Koledze redakcyjnemu, Redaktorowi Naczelnemu Młodego Technika, panu Adamowi Dębowskiemu za bezcenną pomoc w projektowaniu tego i innych układów związanych z modelarstwem. To, że każdy układ, który pozwolę sobie Wam zaprezentować, był oceniany przez zawodnika ze światowej czołówki modela-

rzy specjalizujących się w akrobacji samolotowej, daje nam pewność, że przynajmniej założenia postawione przez konstruktora były słuszne. Wracajmy jednak do naszego układu. Nie zawsze zresztą łączność radiowa będzie nam koniecznie potrzebna. Do kierowania modelami pojazdów wystarczy niekiedy kanał łączności wykorzystujący promieniowanie podczerwone, taki, jaki wykorzystywaliśmy w cyfrowym układzie zdalnego sterowania opisanym w EdW 1/97. Zdalne sterowanie w systemie proporcjonalnym to zresztą nie tylko modele: to także sterowanie makietami używanymi w kinematografii a mogącymi także znaleźć zastosowanie w reklamie i rozrywce. To także konstruowanie robotów i maszyn kroczących, z których opisem zapoznamy się w jednym z najbliższych numerów EdW. Do sterownia makietą lub robotem wystarczy nieraz nawet łączność przewodowa, dzięki której będziemy mogli za pomocą jednego przewodu przekazywać sygnały sterujące do piętnastu serwomechanizmów.

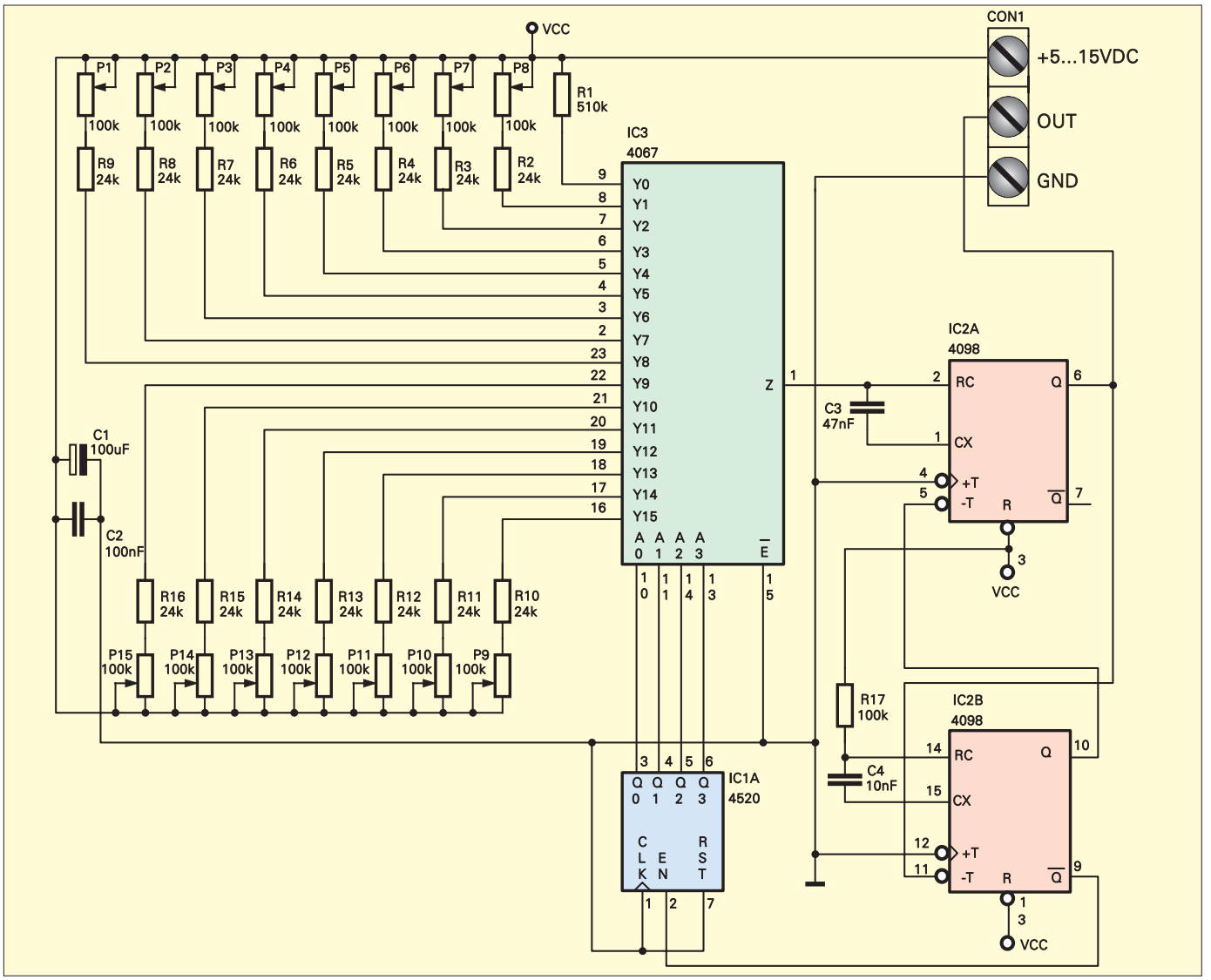
Nie zawsze tak wielka liczbę kanałów sterowania proporcjonalnego będzie nam potrzebna. Na szczęście zawsze możemy ją ograniczyć i używać nawet jednego tylko kanału.

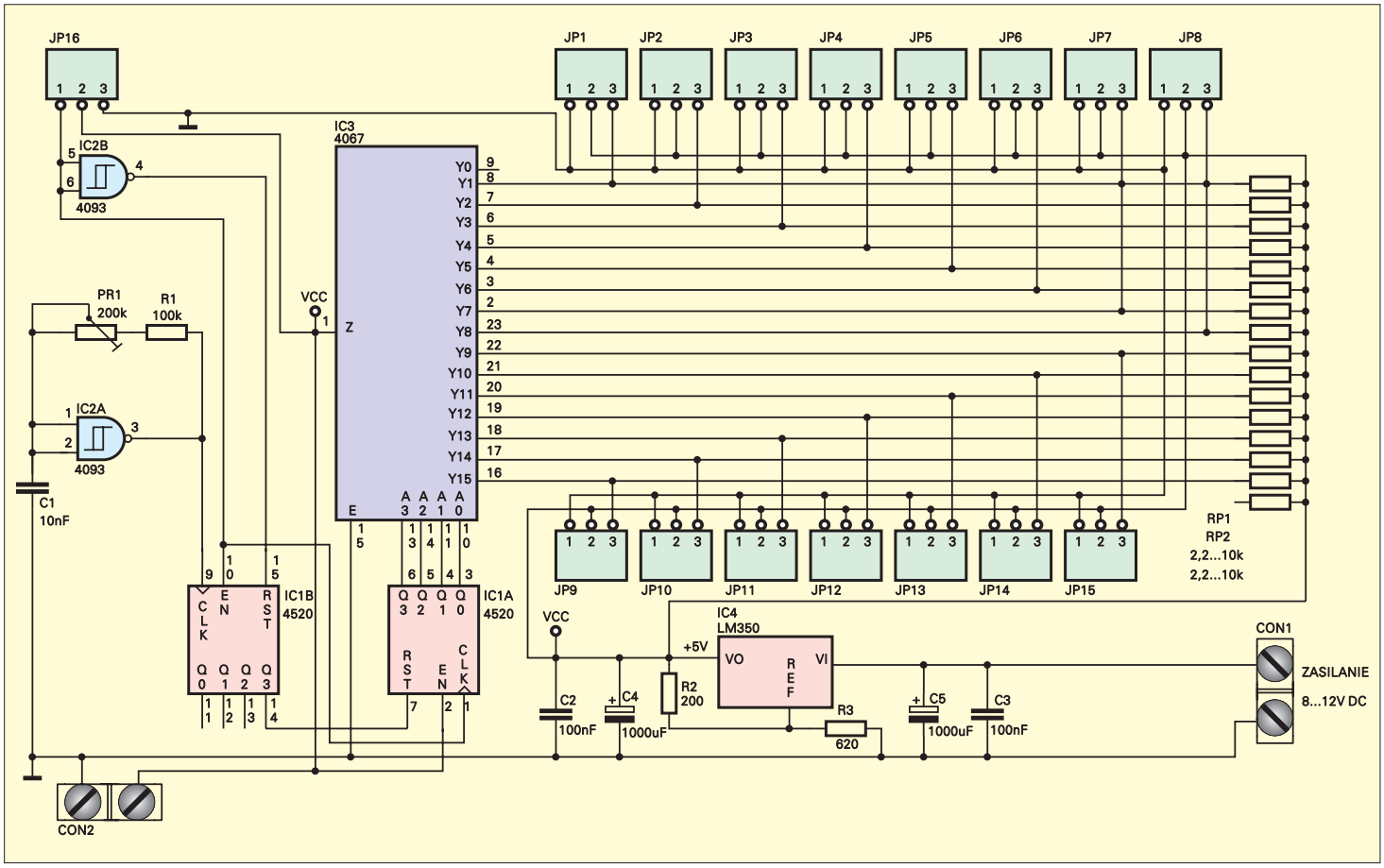
Proponowany układ, pomimo że realizuje on dość złożone funkcje, jest banalnie prosty i możliwy do wykonania nawet dla zupełnie początkującego elektronika. Nie wymaga on ani uruchamiania ani regulacji dokonywanej za pomocą kosztownych przyrządów laboratoryjnych. Jeżeli dodam, że zbudowany został z wykorzystaniem zaledwie sześciu, łatwo dostępnych i tanich układów scalonych z rodziny CMOS, to mam nadzieję,x że zachęcę tym moich Czytelników do przeczytania dalszej części artykułu.

Opis układu

Schemat elektryczny kodera i dekodera układu zdalnego sterowania w systemie proporcjonalnym został pokazany na **rysunku 1** i **2**. Zanim jednak przejdziemy do analizy schematów, powiedzmy sobie parę słów o serwomechanizmach i sterowaniu proporcjonalnym. Na początek: skąd wzięła się nazwa „sterowanie proporcjonalne"? Otóż, najprostszy układ sterowania proporcjonalnego składa się z potencjometru i prostego układu elektronicznego generującego ciąg impulsów prostokątnych o czasie trwania zależnym od ustawienia potencjometru. Impulsy kierowane są do serwomechanizmu, którego wał napędowy ustawia się zawsze proporcjonalnie do kąta ustawienia potencjometru w nadajniku. Mówiąc najogólniej, sterowanie proporcjonalne polega na wiernym powtarzaniu ruchów manipulatora w nadajniku przez mechanizm wykonawczy odbiornika. Zarówno kąt obrotu manipulatora jak i szybkość jego ruchu muszą zostać wiernie odtworzone przez serwomechanizm wykonawczy. Spełnienie tych warunków pozwala na idealnie precyzyjne kierowanie modelem, czy też innym urządzeniem, którego poczynania musimy zdalnie nadzorować. Serwomechanizm modelarski składa się z następujących bloków funkcjonalnych:

Rys. 1.





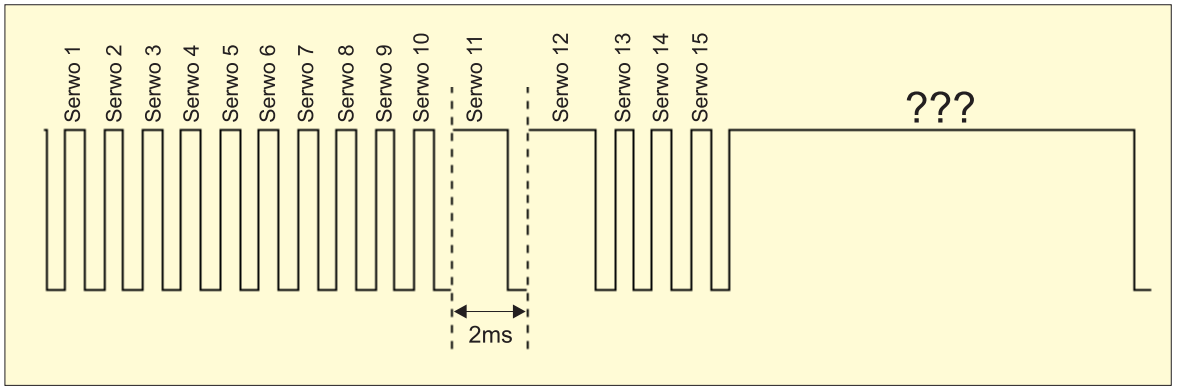
Rys. 2.

1. Silnika napędowego. Jest to silnik komutatorowy prądu stałego, pracujący w zakresie napięć od 4,8 do 6VDC. Pomimo niepozornych wymiarów silnik taki wyróżnia się bardzo starannym wykonaniem i bardzo wielką sprawnością.
2. Przekładni mechanicznej. Jest to po prostu zespół kółek zębatych wykonanych najczęściej z wysokiej jakości tworzywa sztucznego. Zadaniem przekładni jest redukcja wysokich obrotów silnika i zapewnienie właściwego momentu obrotowego na wale napędowym serwa.
3. Potencjometru osadzonego bezpośrednio na wale napędzającym mechanizmy wykonawcze. Napięcie na środkowej nóżce potencjometru jest ściśle proporcjonalne do kąta pod jakim aktualnie ustawione jest kółko sterujące mechanizmem wykonawczym.
4. Układu elektronicznego zrealizowanego z zasady na jednym, wyspecjalizowanym układzie scalonym. Zadaniem „elektronicznego serca" serwa jest porównanie napięcia otrzymywanego z potencjometru z napięciem otrzymanym po przetworzeniu informacji podanej na wejście układu i takie sterowanie kierunkiem obrotów silnika, aby te napięcia były równe.

To wszystko mieści się w obudowie niewiele większej od pudełka zapałek.

Największymi zaletami serwomechanizmu jest jego duży (kilka kg/cm w przypadku serw standardowych i znacznie większy w przypadku serw wyczynowych) moment obrotowy i wielka szybkość działania. Są one także z zasady zasilane z typowego (4,8 ... 6VDC) napięcia zasilania i są sterowane identycznymi sygnałami. Zakres napięć zasilających wynika z faktu, że odbiorniki radiowe aparatur do zdalnego sterowania i serwomechanizmy zasilane są prawie zawsze ze wspólnego źródła, którym są cztery baterie R6 lub cztery akumulatorki NiCd.

Na wejście układu elektronicznego sterującego pracą serwomechanizmu podawany jest ciąg impulsów o czasie od 1ms do 2 ms Właśnie czas trwania tych impulsów decyduje o kącie, pod jakim zostanie ustawiony wał napędowy mechanizmu. I tu bardzo ważna uwaga: napisałem, że czas trwania impulsów sterujących pracą serwa wynosi 1-2ms, ale odnosi to się jedynie do standardu stosowanego w aparaturach RC, produkowanych na potrzeby modelarzy. Na obudowie serwomechanizmu podany jest zwykle maksymalny kąt, o jaki może obrócić się jego wał napędowy, wynoszący zwykle 60˚, a niekiedy 90˚. Ja także w to wierzyłem, ale do czasu. Doświadczalnie stwierdziłem, że maksymalny kąt obrotu standardowego serwa modelarskiego, a z tymi urządzeniami będziemy mieli przede wszystkim do czynienia, wynosi nawet ponad 180˚, przy stosowaniu impulsów sterujących o czasie trwania od ok. 0,5 do ok. 3 ms! To ważna, bardzo ważna informacja, z której będziemy w najbliższej przyszłości często korzystać, jednak z jednym zastrzeżeniem. Otóż, popularne serwa standardowe reagują na impulsy dłuższe i krótsze od przyjętych



Rys. 3.

Na rysunku 2 możemy zobaczyć schemat dekodera, którego zadaniem jest skierowanie właściwych impulsów do odpowiednich serwomechanizmów. Dekoder zbudowany został także z trzech układów scalonych CMOS. Impulsy wejściowe podawane są ze złącza JP16 na wejście CLK licznika binarnego IC1A. Wyjścia tego licznika połączone są z wejściami adresowymi multipleksera – demultipleksera IC3. Każdy impuls powoduje zwiększenie zawartości licznika o 1 i na wyjściach IC3 ukazuje się kolejno stan wysoki, którego czas trwania zależy od długości kolejnego impulsu wejściowego. Do wyjść demultipleksera IC3 dołączone są za pośrednictwem złącz JP1 JP15 wejścia serwomechanizmów.

Mogłoby się zdawać, że osiągnęliśmy nasz cel: serwomechanizmy otrzymują przecież potrzebne im impulsy sterujące! Tak jednak nie jest: zauważmy że to, do którego serwomechanizmu dotrze kolejny impuls jest całkowicie sprawą przypadku i że potrzebny jest jakiś układ synchronizujący pracę kodera i oddalonego od niego nawet o setki metrów dekodera. Zauważmy, że impulsy wejściowe po zanegowaniu przez bramkę IC2B podawane są także na wejście zerujące drugiego licznika binarnego IC1B. Z kolei, na wejście zegarowe tego licznika docierają impulsy generowane przez prosty generator zbudowany na bramce z histerezą IC2A. Częstotliwość pracy tego generatora zależna jest od pojemnoś-

norm. Jednak serwa wyczynowe, posiadające wbudowany system mikroprocesorowy (TAK!) sterujący ich pracą nie dają „się oszukać" i lekceważą impulsy o nietypowym czasie trwania. Tak więc niekiedy bardziej opłaca się zastosować tanie, popularne serwo, a mechanizmy wyczynowe pozostawić do przeznaczonych im zadań. Dlaczego tak dużo piszę o nietypowym sterowaniu serwomechanizmami? Okaże się to już w najbliższej przyszłości!

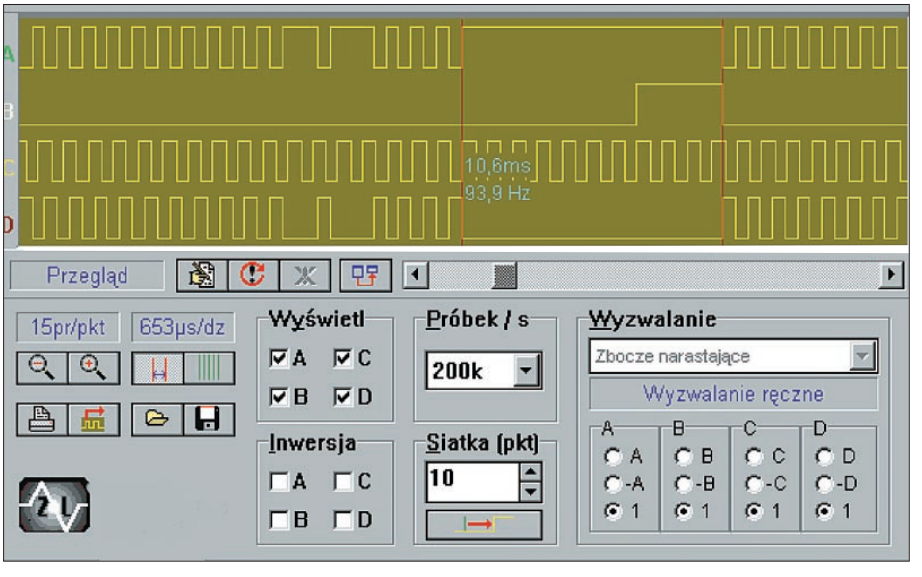
Tak więc, wiemy już jakie funkcje musi realizować nasz układ: analizować ustawienie piętnastu potencjometrów i generować impulsy o czasie trwania proporcjonalnym do wartości rezystancji każdego potencjometru. Impulsy muszą być generowane kolejno i następnie pod postacią ciągu zero – jedynkowego kierowane do odbiornika. Zadaniem dekodera jest zdekodowanie odebranego ciągu sygnałów i skierowanie impulsów o odpowiednim czasie trwania do właściwych serwomechanizmów. Brzmi to bardzo skomplikowanie, ale popatrzmy, jak prostymi środkami zrealizowaliśmy postawione założenia konstrukcyjne.

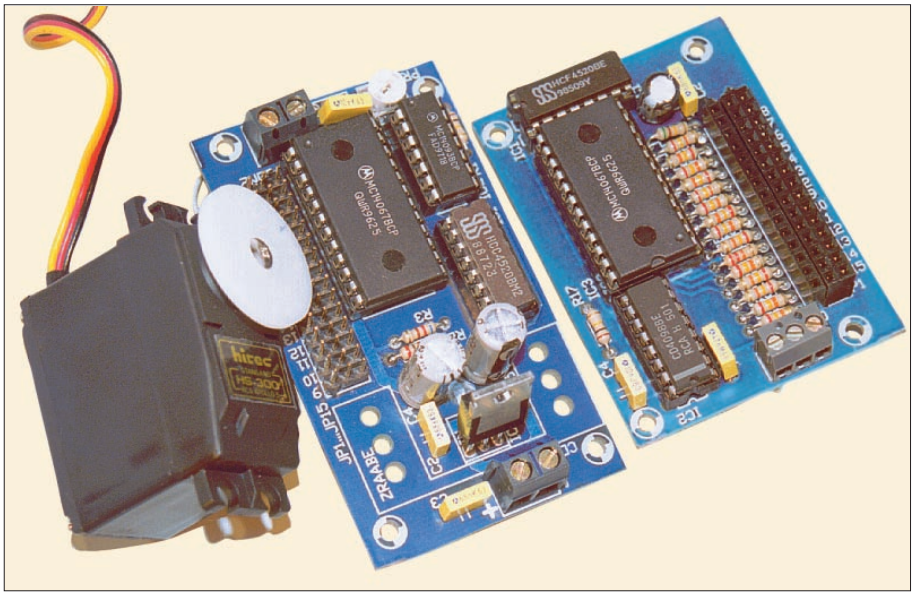
Analizę schematu rozpoczniemy od układu nadajnika. Został on zbudowany z wykorzystaniem zaledwie trzech, tanich i łatwo dostępnych układów scalonych CMOS z rodziny 4000.

Generator sterujący pracą kodera został skonstruowany z dwóch przerzutników monostabilnych zawartych w strukturze układu 4098 – IC2. Czas trwania impulsu generowanego przez przerzutnik IC2B jest stały i określony wartościami rezystancji R17 i pojemności C4. Natomiast czas trwania impulsów generowanych przez IC2A zależny jest od pojemności C3 i aktualnie dołączonej do jego wejścia RC rezystancji. Ciąg impulsów prostokątnych wytwarzanych przez generator podawany jest na wejście licznika binarnego IC1A. Wyjścia tego licznika dołączone są do wejść adresowych multipleksera – demultipleksera IC3. Do wejść tego układu dołączonych jest 15 szeregowo połączonych par, rezystor + potencjometr (P1 R9 i P15 R16). Każdy kolejny impuls wytwarzany przez generator z IC2 zwiększa stan licznika IC1A o 1 i w konsekwencji do wejścia RC IC2A dołączane są kolejne potencjometry i rezystory. Czas trwania impulsów tworzonych przez IC2A zmienia się więc proporcjonalnie do ustawienia potencjometrów. Należy zauważyć, że do wejścia Y0 IC3 dołączony jest nie potencjometr z rezystorem, lecz jedynie pojedynczy rezystor o wartości znacznie większej od maksymalnej rezystancji którejkolwiek z par potencjometr + rezystor. Wynika z tego, że w momencie kiedy na wyjściach licznika IC1A będzie panował stan 0000(BIN), to generowany przez IC2A impuls będzie o rząd wielkości dłuższy od pozostałych. Ma to kapitalne znaczenie dla poprawnej pracy całego systemu, o czym dowiemy się za chwilę.

Ciąg impulsów tworzonych przez koder kierowany jest do wyjścia OUT i stamtąd, za pośrednictwem jeszcze nieokreślonego toru transmisyjnego, do dekodera. Dla uproszczenia załóżmy, że torem tym jest zwykły przewód. Przebiegi występujące na wyjściu kodera są pokazane na rysunku.

Rys. 4.





ci C1 i połączonych szeregowo rezystancji R1 i PR1 i została dobrana tak, że w czasie 3 ms licznik nie „zdąży" doliczyć do wartości większej niż 0111(BIN). Na wyjściu Q3 licznika IC1B panuje stale stan niski, aż do momentu nadejścia impulsu znacznie dłuższego od 3 ms. Pamiętamy, że taki impuls zostanie wygenerowany przez koder w momencie stanu zerowego licznika IC1A (w koderze). Pojawienie się takiego impulsu na wejściu dekodera spowoduje, że na wyjściu Q3 IC1B pojawi się na moment stan wysoki i w konsekwencji licznik IC1A zostanie natychmiast wyzerowany. A więc nasz układ działa już poprawnie: rozsynchronizowanie kodera i dekodera nie może trwać dłużej niż, w najgorszym przypadku, przez jeden cykl pracy, co nie ma praktycznego znaczenia przy sterowaniu jakimkolwiek urządzeniem. Żadne bowiem serwo nie jest w stanie zareagować w tak krótkim czasie na fałszywy impuls sterujący. Układ synchronizujący koder z dekoderem zadziała także, jeżeli na skutek np. zakłóceń synchronizacja zostanie zerwana.

Dla łatwiejszego zrozumienia zasady działania dekodera na **rysunku 4** zostały pokazane przebiegi i stany logiczne w ważniejszych punktach układu.

Przebieg oznaczony „A" został zarejestrowany na wejściu dekodera. Widać na nim ciąg impulsów przeznaczonych do sterowania serwomechanizmami oraz impuls synchronizujący o czasie trwania ponad 10ms, a więc co najmniej trzykrotnie dłuższy od pozostałych. Podczas testowania układu do kodera dołączone były jedynie dwa potencjometry, a pozostałe zostały zastąpione zworami. Jest to najprostszy sposób ograniczenia liczby kanałów, w przypadku kiedy nie potrzebujemy sterować jednocześnie aż piętnastoma serwami.

Przebieg „B" został zarejestrowany na wejściu zerującym licznika IC1A, a tym samym na wyjściu Q3 licznika IC1B. Wyraźnie widać na nim występowanie impulsu zerującego licznik IC1A i synchronizujący pracę układu.

Przebieg „C" to ciąg impulsów zegarowych doprowadzanych do wejścia licznika IC1B, a przebieg „D" został zarejestrowany na wejściu zerującym tego licznika. Porównanie obydwu przebiegów wyraźnie ukazuje, jak licznik zerowany był przed osiągnięciem stanu większego od 1000(BIN) i dopiero nadejście impulsu synchronizującego pozwoliło na zliczenie ponad 8 impulsów i wyzerowanie licznika IC1A.

Układ kodera może być zasilany napięciem stałym o wartości dopuszczalnej dla rodziny układów CMOS. Problemy pojawiają się przy zasilaniu dekodera. Sam układ pobiera pomijalnie mały prąd, czego jednak nie można w żadnym wypadku powiedzieć o 15 serwomechanizmach, nawet tych o stosunkowo niewielkiej mocy. Jedno tylko serwo może pod obciążeniem pobierać prąd ponad 1A i jeżeli wszystkie serwa zostaną naraz włączone, to chwilowy pobór prądu może wzrosnąć do kilkunastu amperów. Na płytce układu dekodera znajduje się zasilacz stabilizowany, zbudowany z wykorzystaniem popularnego scalonego stabilizatora napięcia typu LM350. Może on dostarczyć prądu o natężeniu nie przekraczającym 3A, co w wielu przypadkach może okazać się zupełnie wystarczające. Nie zawsze przecież będziemy wykorzystywać wszystkie możliwości naszego układu i stosować 15 serwomechanizmów i nie zawsze będą się one poruszały jednocześnie. Sądzę, że w przypadku budowy urządzenia wymagającego zastosowania wszystkich serwomechanizmów najlepszym wyjściem z sytuacji będzie zastosowania zasilania akumulatorowego. Można zastosować zarówno 4 akumulatory NiCd, jak i pojedynczy akumulator kwasowy niewylewny o napięciu 6V. Zastosowanie okresowo doładowywanego akumulatora o małej rezystancji wewnętrznej zawsze będzie rozwiązaniem tańszym niż budowa zasilacza o ogromnej wydajności prądowej (transformator!).

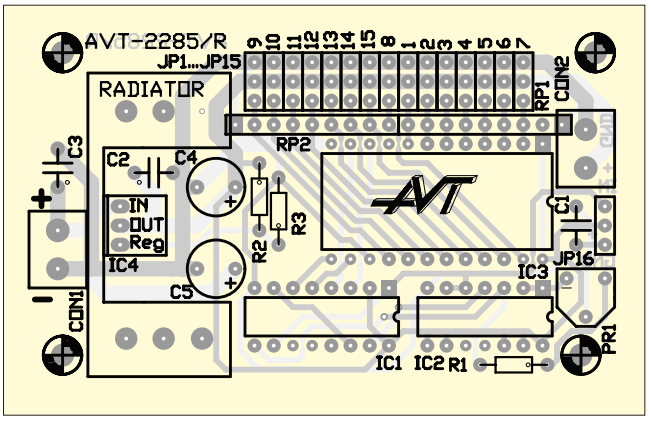
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 5** została pokazana płytka obwodu drukowanego i rozmieszczenie elementów układu kodera, a na **rysunku 6** – dekodera. Obydwie płytki zostały zaprojektowane na laminacie dwuwarstwowym z metalizacją otworów. Montaż układów wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach. Jako złącza JP1...JP15 na płytce dekodera zastosujemy listwy po 3 goldpiny każda, co umożliwi łatwe połączenie układu z serwomechanizmami wyposażonymi w standardowe wtyki.

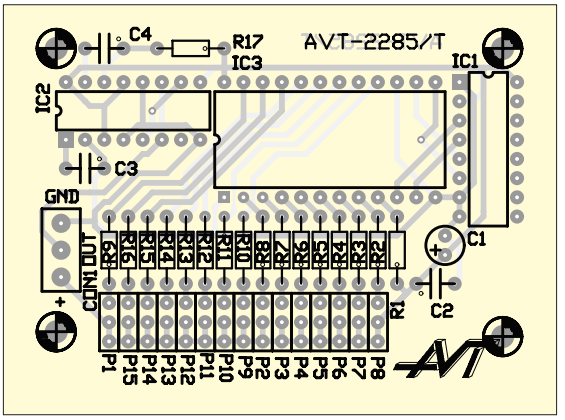
Zmontowany układ wymaga jedynie prostej regulacji. Prowizorycznie łączymy koder z dekoderem za pomocą odcinków przewodów i ustawiamy potencjometr montażowy PR1 w dekoderze na maksimum oporności. Do wejścia zerującego licznika IC1A dołączamy próbnik stanów logicznych i powoli pokręcając PR1 uzyskujemy pojawianie się krótkich impulsów na tym wejściu. Następnie przekręcamy jeszcze trochę potencjometr montażowy „na zapas" i kończymy regulację.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na płytkę dekodera. Jeżeli będzie ona pracowała w modelu, a w szczególności w modelu samolotu, to znajdzie się w ekstremalnie ciężkich warunkach, narażona

Rys. 5. Schemat montażowy kodera



na przeciążenia mechaniczne i, w przypadku modeli z napędem spalinowym, na wpływ agresywnych związków chemicznych (metanol, azotan metylu). Dlatego też w takim przypadku stanowczo odradzam stosowanie podstawek, a wykonaną płytkę należy bardzo dokładnie zabezpieczyć specjalnym lakierem przed wpływami związków chemicznych.



Rys. 6. Schemat montażowy dekodera

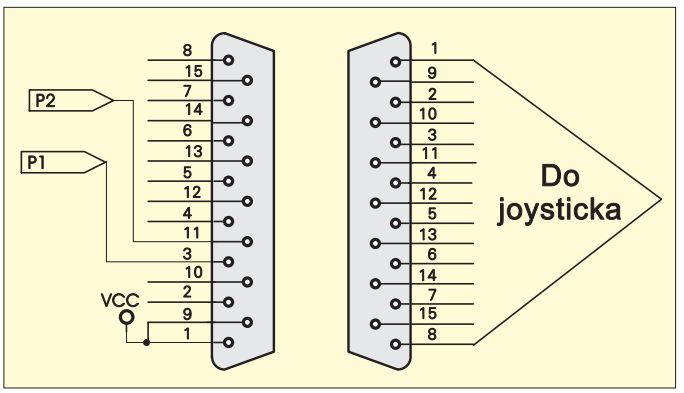
Wielu Czytelników stanie z pewnością przed problemem związanym z wykonaniem manipulatorów. Samodzielne wykonanie manipulatora krzyżowego, stosowanego w profesjonalnych aparaturach RC, raczej nie wchodzi w grę, chyba że ktoś jest fanatycznym wielbicielem mechaniki precyzyjnej i posiada odpowiednio wyposażony warsztat. Najlepszym wyjściem będzie z pewnością zastosowanie gotowych manipulatorów sprzedawanych jako części zamienne do aparatur RC w sklepach dla modelarzy. W przypadku użycia układu do kierowania modelami pojazdów można do sterownia kierunkiem jazdy zastosować zwykły potencjometr obrotowy (o wartości 100k lub większej, dla zmniejszenia kąta obrotu „kierownicy").

Istnieje jeszcze jedno rozwiązanie problemu manipulatorów, które zostawiłem „na deser". Otóż możliwe jest zastosowanie w ich roli joystików analogowych do PC i to praktycznie bez żadnych przeróbek! Wprawdzie taka aparatura zdalnego sterowania będzie wyglądała w porównaniu z urządzeniami profesjonalnymi „troszkę strasznie, troszkę śmiesznie", ale jest to rozwiązanie szybkie i skuteczne. Na rysunku 6 został pokazany schemat połączenia kodera z typowym złączem joystika analogowego. Rezystancja potencjometru w każdym kanale joystika analogowego wynosi w jednym skrajnym położeniu 100kΩ, w drugim 0, a w położeniu neutralnym 50kΩ, czyli dokładnie tyle, ile nam potrzeba. Na zakończenie jeszcze jedna uwaga praktyczna: wartości potencjometrów w układzie modelowym i na schemacie wynoszą 100kΩ i taka wartość powoduje pełny obrót wału napędowego serwa przy pełnym obrocie potencjometru (czyli ok. 180˚ dla serwa standardowego). Tak duży kąt obrotu manipulatora nie zawsze jest wygodny i dlatego w rozwiązaniach praktycznych możemy stosować potencjometry o większych wartościach, wykorzystując tylko część całkowitego kąta ich obrotu.

Warto jeszcze wspomnieć o sposobie zmniejszenia liczby kanałów, w przypadku sterowania prostego urządzenia. Rozwiązanie jest trywialnie proste: po prostu „zbędne" potencjometry należy zastąpić zworami.

Zbigniew Raabe

Rys. 7.



Wykaz elementów

Układ kodera (rys. 1)

Rezystory
P1...P16: potencjometr obrotowy 100k/A
R1: 510kΩ
R2...R16: 24kΩ

Kondensatory
C1: 100µF/16V
C2: 100nF
C3: 47nF
C4: 10nF

Półprzewodniki
IC1: 4520
IC2: 4098
IC3: 4067

Pozostałe
CON1: ARK3 (3,5mm)

Układ dekodera (rys. 2)

Rezystory
PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 200kΩ
RP1, RP2: R-PACK SIL 2,2...10kΩ
R1: 100kΩ
R2: 200Ω
R3: 620Ω

Kondensatory
C1: 10nF
C2, C3: 100nF
C4, C5: 1000µF/16V

Półprzewodniki
IC1: 4520
IC2: 4093
IC3: 4067
IC4: LM350

Pozostałe
CON1, CON2: ARK2
3x15 goldpin

Uwaga! Potencjometry P1...P16 nie wchodzą w skład kitu.

Serwomechanizmy modelarskie już w ofercie handlowej AVT!

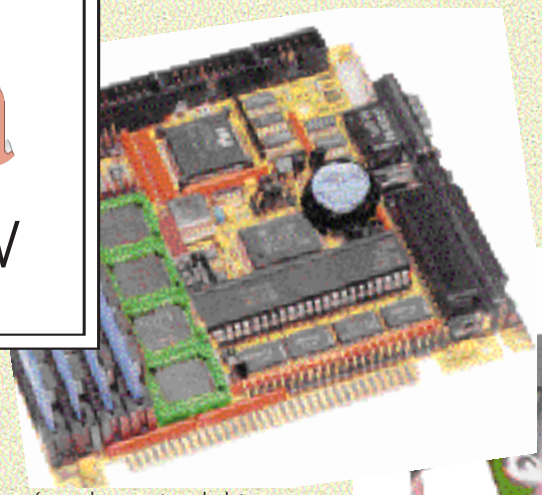
Dane techniczne standardowego serwomechanizmu firmy HITEC typu **HS300**

Napięcie zasilania:	typowe 4,8...6VDC
Kąt obrotu przy sterowaniu typowymi impulsami (1...2ms):	60˚
Kąt obrotu przy sterowaniu impulsami 0,5...3ms:	190˚

Zapytania o bliższe informacje i zamówienia prosimy kierować do Działu Handlowego AVT

A więc droga do budowy zdalnie sterowanych modeli, makiet oraz... robotów i maszyn kroczących (szczegóły w jednym z najbliższych numerów EdW) została otwarta!

Szkoła KONSTRUKTORÓW



Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.

Ponieważ rozwiązania nadsyłają czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.

Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.

Prace należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się numeru EdW (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 30

Temat tego zadania pojawił się w związku z licznymi błędami młodych konstruktorów, którzy nie mają jasnego pojęcia o właściwościach baterii. Traktują baterię jako idealne źródło zasilania i co najwyżej interesuje ich jedynie pojemność baterii, a zupełnie pomijają takie kwestie jak opór wewnętrzny, starzenie i samowyładowanie, wpływ temperatury, itp.

Wypadałoby raz na zawsze rozprawić się z tematem baterii. Dwa miesiące temu zaproponowałem zadanie polegające na sprawdzeniu właściwości pewnych generatorów. W tym numerze stawiam podobne zadanie, polegające na sprawdzeniu właściwości różnych typów baterii. Oficjalny temat brzmi:

Sprawdzić właściwości różnych typów baterii.

O co tym razem chodzi? Każdy szanujący się konstruktor musi dobrze wiedzieć, jakie właściwości ma zastosowane źródło zasilania – w tym wypadku baterie.

Na początek koniecznie należy sprawdzić napięcie świeżej, nieużywanej baterii bez obciążenia.

Następnie trzeba sprawdzić maksymalną wydajność świeżej baterii. Najprostszym sposobem będzie dołączenie rezystora (w praktyce będzie to równoległe połączenie kilku rezystorów) i sprawdzenie przy jakiej rezystancji i jakim prądzie, napięcie baterii spadnie powiedzmy o 30% (niezależnie od tego dla baterii 1,5-woltowych trzeba przyjąć minimalne napięcie użyteczne równe 1,0V, a dla baterii 9-woltowych – 6V lub lepiej 7V). Do pomiaru wydajności prądowej doskonale nadawałby się potencjometr drutowy o rezystancji dziesięciu czy piętnastu omów i mocy 2W lub większej. Taki potencjometr jest jednak trudny do zdobycia, dlatego warto przygotować sobie zestaw rezystorów, który umożliwi pomiar wydajności prądowej.

A jak wydajność prądowa zmieni się w przypadku umieszczenia baterii w zamrażalniku (18°C), symulującym warunki zimowe? Koniecznie trzeba to sprawdzić dla baterii umieszczonej na kilka godzin w zamrażalniku.

Oczywiście należałoby sprawdzić pojemność baterii. Do tego potrzebny jest jakiś układ rozładowujący. W zasadzie powinien to być układ elektroniczny – źródło prądowe o stałym prądzie. Nie polecam stosowania żarówek, bo generalnie pobierają one duży prąd, a nasze układy zwykle pobierają prąd rzędu kilku do kilkunastu miliamperów i mogą być zasilane małymi bateryjkami. Między innymi z tego względu, ale przede wszystkim dla ujednolicenia warunków i wyników proponuję metodę najprostszą: obciążenie baterii najzwyklejszym rezystorem i sprawdzanie (i zapisywanie) zmian napięcia. Gdy napięcie obniży się do 1V na ogniwo, baterie należy uznać za rozładowaną. Jako wynik należy podać czas pracy aż do obniżenia się napięcia do 1V na ogniwo przy danej rezystancji obciążenia. A jakie zastosować rezystory obciążające? Wartość rezystorów będzie zależeć od wielkości i wydajności baterii. Dołączenie rezystora rozładowującego do baterii nie powinno obniżyć jej napięcia więcej niż o 10%. Tym samym wartość tego rezystora musi być kilkakrotnie większa niż rezystora(ów) stosowanych do sprawdzania maksymalnej wydajności prądowej.

Przykładowo dla ogniw R6 zalecam zastosować rezystor rozładowujący o wartości 75Ω o dowolnej mocy (uwaga – przy tak małym obciążeniu baterie alkaliczne rozładują się dopiero po 3...4 dniach, a zwykłe po kilkunastu...kilkudziesięciu godzinach). Dla ogniw R14 niech „standardową" rezystancją rozładowującą będzie 33Ω, dla R20 – 15Ω, dla 9-woltowej 6F22 – 680Ω (rozładowywać do napięcia 6V). Dzięki przyjęciu takich „standardowych" wartości będzie można porównać wyniki uzyskane przez poszczególnych kolegów.

Ponieważ podczas takiego pomiaru pojemności trzeba będzie mierzyć napięcie, warto tak zaplanować eksperymenty, by nie wstawać w nocy co godzinę i nie spisywać aktualnych napięć. Jeśli ktoś zdecyduje się przeprowadzać próby nie ciągle, tylko z przerwami, powinien skrupulatnie sumować czas pracy baterii. Przy takim przerywanym trybie pracy na pewno da się zauważyć zjawisko samore-

generacji baterii, objawiające się wzrostem napięcia po okresie „odpoczynku".

W czasie takich długotrwałych testów warto sprawdzić, jaki prąd maksymalny można pobrać ze świeżutkiej baterii, a jaki z poważnie rozładowanej. Znów dobrze byłoby przeprowadzić próby z baterią częściowo rozładowaną, umieszczoną w zamrażalniku.

Jakie typy baterii należałoby przetestować?

To oczywiście pozostawiam waszej decyzji. Sprawdźcie te typy, które sami stosujecie, bądź zamierzacie stosować. Niewątpliwie jednym z najpopularniejszych typów baterii są ogniwa R6 oraz bateryjki 9-woltowe 6F22. Niektóre są tanie, podłej jakości, inne – alkaliczne – są kilkakrotnie droższe. Należałoby sprawdzić i jedne i drugie, porównując nie tylko cenę za 1 miliamperogodzinę, ale także wydajność prądową.

Przy większym poborze prądu stosowane bywają ogniwa R14 i R20. Jedną z ważniejszych kwestii jest nie tylko pojemność, ale też rezystancja wewnętrzna, wyznaczająca maksymalny pobór prądu. Czy można się spodziewać, że baterie R14 i R20 dostarczą dużo większego prądu, jak wskazywałoby na to porównanie ich wymiarów z wymiarami ogniw R6? A może dobre baterie alkaliczne R6 mogą dostarczać większego prądu niż tanie ogniwa R20? To naprawdę warto sprawdzić.

Godne uwagi są też 3-woltowe baterie litowe np. CR2025 czy CR2032. A może warto zainteresować się guzikowymi bateriami 1,5V do zegarków i kalkulatorów, np. LR44? Może ktoś zdecyduje się przetestować 12-woltową maleńką bateryjkę stosowaną do zasilania pilotów (do alarmów samochodowych)?

W przypadku tych niewielkich bateryjek trzeba przeprowadzić próby obciążając baterię nie w sposób ciągły, tylko przerywany, na przykład 1 godzina pracy z prądem 10mA, kilka godzin przerwy, itd...

W pracach przysyłanych do Redakcji podajcie typ, producenta, cenę zakupu baterii i czas rozładowywania do napięcia 1V/ogniwo (2V/ogniwo dla baterii litowych). Czekam na wyniki testów (najlepiej w formie tabel lub wykresów) oraz zwięzłe opisy zawierające dodatkowe informacje: jaki był układ do pomiaru pojemności, jaki był układ do pomiaru wydajności prądowej (rezystancji wewnętrznej)? Dokładnie przedstawcie warunki pomiarów: rezystancję obciążenia, ewentualne przerwy, itp. W żadnym wypadku nie zapomnijcie o pomiarze oporu wewnętrznego, czyli maksymalnej wydajności prądowej baterii świeżej i znacznie zużytej. To naprawdę jest ważna kwestia praktyczna.

W czasie co najwyżej miesiąca prób nie jesteście w stanie sprawdzić samorozładowania i utraty pojemności w różnych temperaturach pracy i przechowywania. Tę kwestię możecie spokojnie pominąć, chyba że ktoś nie spocznie na laurach, tylko sprawdzi dwie świeże baterie, natomiast dwa inne egzemplarze z tego samego opakowania przechowa w lodówce, dwie kolejne w jakimś ciepłym, czy wręcz gorącym miejscu, a po 2...6 miesiącach sprawdzi ich pojemność i porówna ze świeżymi. Ale to jest zadanie wykraczające poza bieżący temat ze Szkoły. Jeśli ktoś przeprowadzi takie długotrwałe próby, niech koniecznie do mnie napisze, a cenne wyniki takich eksperymentów przedstawię na łamach EdW w terminie późniejszym.

Jak sami widzicie, zadanie nie jest tym razem trudne, tylko wymagać będzie systematycznego zapisywania zmian napięcia przy pomiarze pojemności. Nie chciałbym was narażać na duże koszty, dlatego nie jest konieczne testowanie wielu typów baterii. Ale gdy już będziecie sprawdzać, to jednocześnie testujcie nie jeden, tylko dwa jednakowe egzemplarze z tego samego opakowania – da to dodatkowe informacje o rozrzucie parametrów w obrębie serii produkcyjnej. Mam nadzieję, że zgodnie z zasadami statystyki poszczególne osoby przetestują różne typy i gatunki baterii.

Nagrodami dla tych, którzy nadeślą najlepsze opisy i wyniki doświadczeń będą cenne książki i katalogi, które na pewno zrekompensują koszt zakupionych i bezpowrotnie „zmarnowanych" baterii.

Nie zlekceważcie tego zadania! Choć są wakacje, znajdźcie trochę czasu na przeprowadzenie prób. Rozwiązanie niniejszego zadania, które ukaże się za kilka miesięcy będzie wtedy kopalnią ogromnie cennych informacji dla młodych i nie tylko młodych konstruktorów.

Rozwiązanie zadania 26

Tematem zadania numer 26 było zaprojektowanie systemu zdalnego sterowania bramą. Zadanie niewątpliwie było trudne, z tym większą satysfakcją zapoznałem się z kilkudziesięcioma nadesłanymi pracami, spośród których niemal dwadzieścia zasługuje przynajmniej na wzmiankę i pochwałę.

Poziom prac był zróżnicowany, podobnie wiek uczestników, który zaczynał się od lat 13. Już w tym miejscu chciałbym wspomnieć o pracach **Macieja Godzały** z Targowisk, **Daniela Łukiewicza** z Suchania, **Wojciecha Kuźmiaka** z Gdyni, **Jarosława Tarnawy** z Godziszki, w których można było odnaleźć zręby poprawnego rozumowania. Niestety, zaproponowane układy zawierały dużo poważnych błędów. Podobnie trochę lepsze prace **Bartłomieja Grossa** z Malborka, **Olgierda Śliwińskiego** z Piotrkowa Trybunalskiego i **Krzysztofa Nowakowskiego** z Bolkowa zawierały interesujące elementy i rozwiązania, ale tylko częściowe i nie do końca dopracowane. Zwykle założenia były dobre, a błędy wynikały z braku wiedzy o układach i elementach. W każdym razie wszystkich wymienionych kolegów mogę pochwalić przynajmniej za próbę zmierzenia się z tym trudnym tematem.

Z tej grupy młodych i niedoświadczonych uczestników upominek otrzyma **Jakub Betiuk** z Łowicza, który dość często nadsyła prace do Szkoły. Jego układ też nie jest dopracowany i zawiera błędy, choć założenia są poprawne. Zauważyłem jednak znaczny postęp w porównaniu z poprzednimi pracami, stąd ten upominek dla zachęty. Jakub nie jest tu wyjątkiem. Starannie śledzę prace kilku młodszych (i nie tylko) kolegów, którzy regularnie biorą udział w Szkole. Niekiedy nawet nie wymieniam ich nazwisk przy omawianiu prac. Ogólnie poziom najlepszych prac nadsyłanych do Szkoły jest wysoki i tym samym młodsi oraz niedoświadczeni uczestnicy nie mają większych szans na zwycięstwo. Mają natomiast szansę na upominki. Nie będę rozdawał upominków za sam udział, natomiast na pewno zauważę i nagrodzę postęp, choćby był niewielki. Ten postęp na pewno będzie związany z nabywaniem wiedzy i doświadczenia, dlatego po raz niezliczony zachęcam do praktycznych prób.

A przy okazji zwrócę uwagę na staranność prac i modeli. Od dłuższego czasu nie otrzymuję już prac od „klientów" piszących jak kura pazurem, których nie sposób odczytać. Część prac pisanych jest na komputerze, inne odręcznie, bardzo staranne i z porządnymi rysunkami. Ale wciąż jest kilku zawodników, którzy regularnie nadsyłają prace i regularnie prace te są niestaranne, bałaganiarskie, rysunki i schematy wołają o pomstę do nieba, a modele wykonane są bez przemyślenia i po prostu brzydko.

Moi kochani bałaganiarze, ja też mam niejakie kłopoty z utrzymaniem idealnego porządku, ale bez przesady. Nie wymagam wielkich rzeczy. Pomyślcie o przyszłości. Jacy będą z was fachowcy, jeśli nie potraficie napisać porządnego listu, w którym nie roi się od błędów ortograficznych, że o stylu nie wspomnę? Co wy chcecie zaoferować przyszłym pracodawcom, jeśli nie nauczycie się systematyczności i porządku?

Ale wracajmy do naszej bramy.

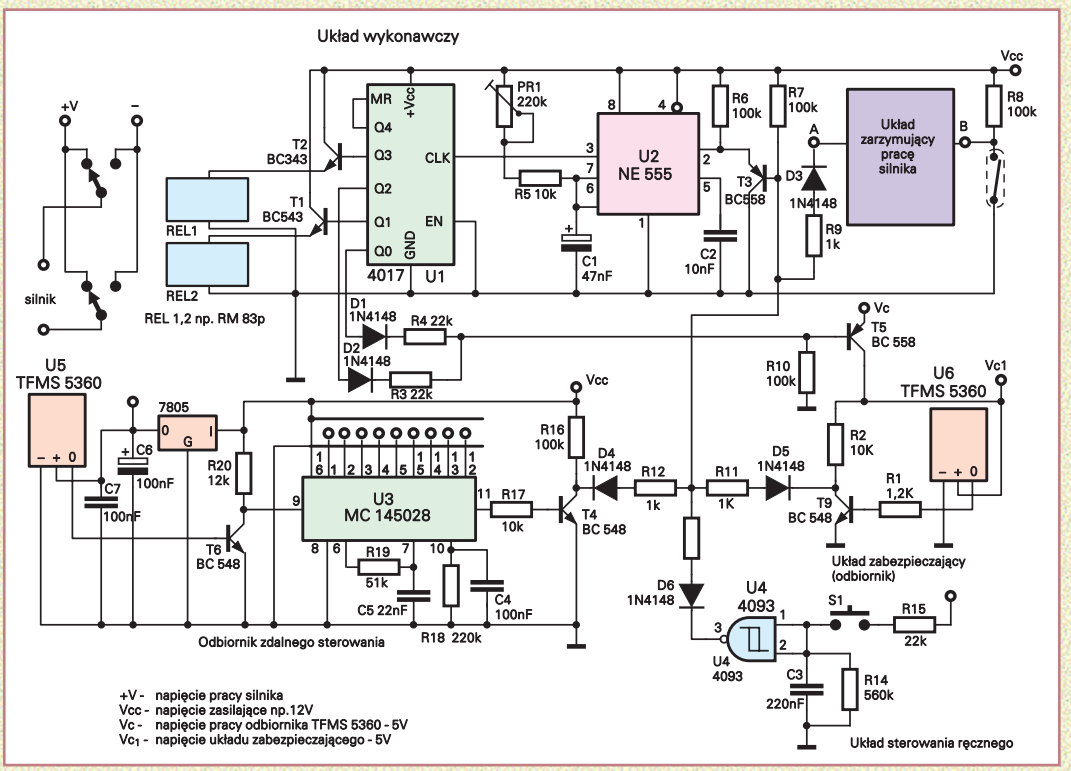
Typowe błędy, wpadki i niedoróbki omówię za chwilę, by każdy z uczestników mógł sam przeanalizować swoje propozycje, a na razie wymienię kolegów, którzy otrzymają upominki za ciekawe rozwiązania teoretyczne. I tak upominek otrzyma **Rafał Kuchta** ze Skrzyszowa, który przedstawił krótką analizę i sensowny układ z wykorzystaniem dostępnych elementów. Podobnie upominek, a właściwie nagrodę otrzyma **Leszek Pietrukaniec** z Gdyni, który zaproponował sensowny i w miarę prosty system sterowania spełniający postawione wymagania.

Schemat ideowy odbiornika i układu sterującego jego pomysłu pokazany jest na **rysunku 1**.

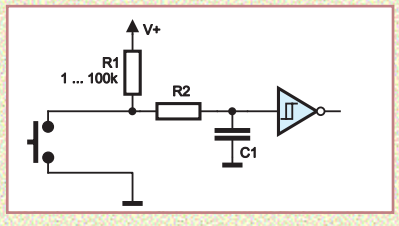
Stały uczestnik Szkoły – **Marcin Wiązania** nadesłał tym razem dość rozbudowany schemat systemu. Idea jest jak zwykle bardzo dobra, układ ma szansę działać, ale Marcin tym razem trochę przesadził ze stosowaniem pewnych niekonwencjonalnych chwytów układowych. Warto stosować takie chwyty, sam was przecież tego uczę, ale z drugiej strony nie wolno narażać się na ryzyko błędnego działania układu, wskutek zastosowania rozbudowanych i nietypowych obwodów na wejściach zegarowych przerzutników. Niejednokrotnie pisałem, że taki nietypowy układ może działać dobrze z 99 egzemplarzami kostek, ale z tą setną działać nie będzie. W obwodach wejść zegarowych zamiast własnych wynalazków trzeba raczej zastosować bramkę Schmitta (4093, 40106) i wtedy takie ryzyko błędów zniknie. Zastosowanie bramek „ze szmitem" uwalnia z jednej strony od lęku o wymaganą stromość

zboczy, a z drugiej pozwala w prosty sposób zrealizować obwody odkłócające współpracujące z przyciskami i innymi stykami. Od Marcina, który ma poważna szansę stać się za jakiś czas stałym współpracownikiem EdW wymagam dużo więcej niż od innych (oprócz Marcina mam jeszcze na oku kilku kolejnych kolegów o dużych możliwościach i dobrych perspektywach). Dlatego nie mogę pominąć kwestii tych obwodów wejściowych. W przypadku stosowania długich przewodów zawsze należy się liczyć z indukowaniem się w nich znacznych zakłóceń. W skrajnym przypadku (bardzo silne iskrzenie silnika komutatorowego, uderzenie pioruna) indukowane zakłócenia mogą albo uruchomić układ, albo co znacznie gorsze – uszkodzić go. Aby się tego ustrzec, trzeba stosować na wejściach współpracujących z długimi przewodami obwody RC, jak na **rysunku 2**. Wartość R2 musi być duża, rzędu setek kiloomów lub więcej, a stała R2C1 powinna wynosić przynajmniej kilkadziesiąt milisekund. Taki obwód na pewno nie dopuści do układu krótkich „szpilek" zakłócających. Teoretycznie rzecz biorąc, należałoby przewidzieć wystąpienie impulsów o amplitudach rzędu 1000V i więcej. Takie impulsy mogą się pojawić na przykład podczas uderzenia pioruna. Przy tak dużych napięciach rezystory R1 i R2 z rysunku 2 mogą ulec przebiciu, i w zasadzie zamiast jednego, należałoby zastosować szeregowe połączenie 3...4 rezystorów i przewidzieć na płytce drukowanej odpowiednie odstępy izolacyjne. Jednak prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest bardzo małe i chyba takie środki ostrożności byłyby już przesadą. W każdym razie nie należy lekceważyć obwodów wejściowych współpracujących ze stykami i długimi przewodami. W rozwiązaniu Marcina obwód sterowania wygląda trochę podejrzanie, właśnie ze względu na brak bramek z histerezą, a dodatkowo w zaproponowanym układzie zabezpieczenia prądowego nie mogą pracować kostki TL082, a jedynie LM358 lub podobne. Z tych dwóch względów nie zamieszczam schematu.

Wyróżnienie i upominek otrzyma **Bogdan Taranta** z Wrocławia za propozycję wykorzystania mikrokontrolera 8051, a konkretnie zestawu edukacyjnego AVT-2250. Bogdan przedstawił także listing programu, który realizowałby niezbędne funkcje. Rozwiązanie jest jak najbardziej poprawne, a cały problem rzeczywiście polega na napisaniu programu, który musi być odporny na wszelkie możliwe zdarzenia. A podane przed chwilą uwagi dotyczące indukowania się zakłóceń są jak najbardziej aktualne także w przypadku systemu mikroprocesorowego.



Rys. 1. Propozycja Leszka Pietrukańca



Rys. 2. Typowy obwód wejściowy

Analiza prac

Ogólnie rzecz biorąc poziom prac był wysoki. Jednak wielu uczestników nie ustrzegło się drobniejszych i grubszych błędów. Przede wszystkim kilku kolegów chyba zupełnie nie przemyślało warunków zadania, tylko od razu przystąpiło do projektowania układu. Tymczasem bez gruntownej analizy nie sposób uniknąć wpadki. Przecież tym razem chodzi o układ, który nie ma prawa zawieść, bo krytyczny błąd może bardzo drogo kosztować. I nie chodzi tylko o bramę, ale o uszkodzenie samochodu lub możliwość porażenia prądem. Dlatego szczególną uwagę należało zwrócić na problemy bezpieczeństwa i niezawodności.

Przede wszystkim minus mogą sobie postawić ci, którzy zaproponowali silniki na napięcie 220V. Obwody sieci energetycznej poprowadzone od domu do bramy i pracujące z zmiennych warunkach atmosferycznych wymagałyby zachowania szczególnej ostrożności i przestrzegania ścisłych przepisów bezpieczeństwa. Większość młodych Czytelników na pewno nie wywiązałaby się z takiego zadania i wykonany układ nie byłby bezpieczny.

Pozostają silniki prądu stałego, zwłaszcza najpopularniejsze 12-woltowe. Do ich sterowania (w obu kierunkach) wystarczą albo dwa przekaźniki, albo mostek z tranzystorów mocy, na przykład MOSFETów. Ponieważ silniki i tak pobierają duży prąd, nie ma co walczyć o każdy miliamper i przekaźniki wcale nie są rozwiązaniem gorszym od tranzystorów. W sumie pobierają niewielki prąd w porównaniu z prądem silnika.

To jedna sprawa.

Druga wraca w naszej Szkole głośnym echem co kilka miesięcy – chodzi o analizę warunków i sposób projektowania układu. Wprawdzie funkcje realizowane przez układ elektroniczny nie były przesadnie skomplikowane, jednak niektórym sprawiło kłopot objęcie myślą działania całego urządzenia i w końcu się pogubili. Trzeba było najpierw sprecyzować warunki i wręcz je zapisać, a następnie spróbować budować układ, który by je spełniał.

Najprawdopodobniej nie uda się to od razu. Dlatego należy rozważyć, co ma być jądrem systemu.

Wielu kolegów doskonale sobie z tym poradziło. Zaprojektowali układy, mające następujące podstawowe stany:

- spoczynek (brama zamknięta)
- otwieranie bramy
- spoczynek (brama otwarta)
- zamykanie bramy.

Do tego przewidzieli sytuację awaryjną, gdy brama jest awaryjnie zatrzymywana podczas otwierania lub zamykania.

Jak zrealizować układ mający cztery stany podstawowe? Na przykład Leszek Pietrukaniec wykorzystał licznik 4017 liczący do 4 (0...3) – zobacz rysunek 1. Pomysł prosty i dobry – każdy impuls podany na wejście licznika spowoduje przeskoczenie do następnego stanu. Większość kolegów zaproponowało wykorzystanie przerzutników. W istocie, zastosowanie kostki 4013 lub 4027 pozwala nie tylko zbudować licznik liczący do 4, ale też daje ogromną elastyczność dzięki wykorzystaniu dodatkowych wejść R i S. Te dodatkowe wejścia mogą służyć do awaryjnego zatrzymywania czy wymuszania pewnych stanów w stanie pełnego zamknięcia bądź otwarcia bramy.

Niestety, niektóre pomysły z przerzutnikami były z gruntu błędne. Owszem, proponowano dwa przerzutniki, ale niezależne – jeden powiedzmy „otwierający", drugi – „zamykający". Gdy przerzutniki są niezależne, trzeba budować dodatkowe obwody eliminujące niepożądane stany, co zupełnie niepotrzebnie komplikuje układ. Tak samo niepotrzebne są dwa różne syg-

nały sterujące: załącz i wyłącz. Wystarczy zastosować licznik zliczający do 4 i wtedy wystarcza jeden sygnał sterujący. Kolejne pojawianie się sygnału sterującego będzie przełączać układ w sekwencji: *stop – otwieraj – stop – zamykaj*. Czy trzeba tu czegoś więcej?

Sygnał sterujący może pochodzić od przycisku umieszczonego w garażu. Ale może też być sygnałem z jakiegokolwiek innego źródła, na przykład z toru zdalnego sterowania. Zdecydowana większość zaproponowała kodowany tor podczerwieni z kostką MC14502X lub UM3758. Dwie czy trzy osoby preferują tor radiowy, również wyposażony w nadajnik i odbiornik kodu.

Niestety, nadal niektórzy nie rozumieją kluczowych zagadnień związanych z kodowanym torem podczerwieni i proponują bezużyteczne i błędne rozwiązania. Dla niektórych nadal tajemnicę stanowi częstotliwość nośna 36kHz niezbędna do współpracy z odbiornikami podczerwieni TFMS5360 i SFH306-36. A byli i tacy „klienci", którzy w ogóle nie widzą potrzeby stosowania jakichkolwiek nadajników impulsowych, tylko chcieliby po prostu oświetlać fotodiodę odbiorczą stałym promieniowaniem podczerwonym. Sporo błędów popełnili także ci, którzy wprawdzie stosują odbiornik TFMS o doskonałej czułości, ale w nadajniku w roli generatora nośnej stosują kluczowany generator z jedna bramką z wejściem Schmitta z kostki 4093 lub 40106. Niejednokrotnie podkreślałem, że takie generatory są bardzo mało stabilne i nie nadają się do układów, gdzie trzeba liczyć się ze znacznymi zmianami zarówno napięcia zasilającego, jak też temperatury otoczenia.

W każdym razie system powinien zawierać tor kodowany, a nie najprostszy, reagujący na pojawienie się jakiegokolwiek sygnału radiowego w danym paśmie, czy promieniowania podczerwonego z jakiegokolwiek pilota. Liczba kombinacji, jaką oferują kostki MC14502X bądź UM3758 jest aż nadto wystarczająca, bo nie trzeba tu stosować jakiegoś specjalnego układu z kodem zmiennym. Chodzi tylko o to, by brama nie otwierała się, bądź co gorsza zamykała, pod wpływem jakichś przypadkowych zakłóceń. A przy ogromnej czułości odbiorników TFMS i SFH należy liczyć się z możliwością odbierania sygnałów pilotów od domowego sprzętu RTV wydostających się z domu przez okna. I nie jest to bynajmniej teoria.

Jeśli chodzi o podczerwień, to nie wszyscy pomyśleli o możliwości otwierania bramy z obu stron. W licznych propozycjach jeden odbiornik podczerwieni umieszczony od strony ulicy uniemożliwiłby sterowanie bramą od strony podwórza.

Tylko kilku kolegów wspomniało cokolwiek o konieczności zabezpieczenia całego układu przed wpływami klimatycznymi. Nie jest to wcale drobiazg – urządzenie musi pracować zimą, przy -20°C, latem przy upałach dochodzących w słońcu do +50...70°C, a jesienią i wiosną przy dużej wilgotności oraz przy wykraplaniu się rosy.

Nie wszyscy pomyśleli o rezerwowym zasilaniu. Tu punkty dopisać mogą sobie ci wszyscy, którzy o tym nie zapomnieli.

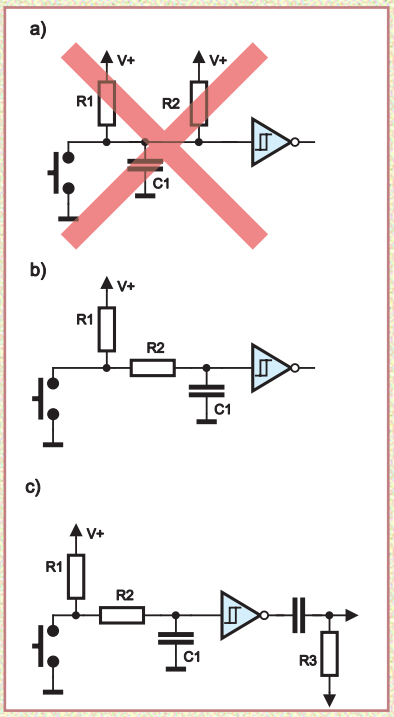
Jeśli chodzi o urządzenia wykonawcze, czyli całą mechanikę, to oczywiście nie przykładałem do nich wielkiej wagi, nie mogę jednak pominąć drobnego komentarza. Większość uczestników proponuje bramę przesuwną, jeżdżącą po specjalnej szynie lub w kanaliku wzdłuż ogrodzenia (wewnątrz). To jest dobre, jeśli nie jedyne rozwiązanie.

Choć i tu mam pewien niedosyt. Nikt nie wspomniał o ogrzewaniu takiej szyny, co jest nieocenione, a może nawet konieczne w warunkach zimowych.

Spora liczba uczestników proponowała zautomatyzowanie klasycznej dwuskrzydłowej bramy. Nigdy nie byłem i nie jestem dobrym mechanikiem, ale jestem przekonany, że jest to propozycja nie do przyjęcia. Nie będę podawał nazwisk kolegów, którzy z ogromną techniczna nonszalancją zaproponowali wykorzystanie do otwierania bądź co bądź ciężkiej bramy... silniczka od samochodowych wycieraczek z gotową przekładnią dającą ruch posuwisto-zwrotny. I wcale nie wspomnieli, że chodzi im o bramę w ogrodzeniu domku krasnoludków. Czyżby naprawdę uważali, że maleńki silniczek w ciągu sekundy otworzy ciężką bramę wjazdową? A może nie w ciągu sekundy, tylko po dodaniu dodatkowej przekładni, w ciągu kilkudziesięciu sekund? Pomysł z mechanizmem i silniczkiem od wycieraczek jest oczywiście bezsensowny, nie tylko ze względu na małą moc silnika. (Z drugiej strony nie można zastosować nadmiernie dużego 12-woltowego silnika ze względu na spadek napięcia na długich przewodach – już przy mocy 60W prąd wynosi 5A!)

W każdym przypadku automatyzacji bramy trzeba liczyć się z niespodziankami. Nigdy nie da się wykluczyć, że jakiś (za przeproszeniem) matoł będzie chciał pomóc bramie szybciej się zamknąć i... zniszczy przekładnię. Problem ten z całą jaskrawością wystąpi przy klasycznej bramie dwuskrzydłowej, a mniej przy bramie przesuwanej (jeżdżącej wzdłuż płotu). Jedno skrzydło bramy uchylnej może mieć nawet dwa metry długości, tymczasem mechanizm siłownika należałoby umieścić co najwyżej 50...70cm od osi obrotu. Trzeba wtedy liczyć się z efektem dźwigni. A jakie siły będą działać na taką przekładnię gdy bardzo silny wiatr będzie wiał wprost na skrzydło bramy? Właśnie ze względu na efekt dźwigni automatyzacja bramy dwuskrzydłowej jest bardzo trudna do realizacji. Zamiast silnika elektrycznego z przekładnią należałoby raczej zastosować siłowniki hydrauliczne. A przy okazji: o ile dwa silniki w przypadku bramy dwuskrzydłowej to pomysł mający uzasadnienie, to jaki sens ma proponowane przez kilku uczestników stosowanie dwóch oddzielnych silników (jeden do otwierania, drugi do zamykania) w przypadku bramy przesuwanej?

Rys. 3.



Wracając do głównego wątku: w każdym przypadku oprócz zabezpieczeń elektrycznych, system powinien mieć sprzęgło mechaniczne, które nie dopuści do uszkodzenia elementów wykonawczych przy działaniu sił zewnętrznych. Między innymi z tego względu automatyzacja bramy całkowicie amatorskimi sposobami wcale nie jest łatwa. Wypadałoby rozważyć, czy nie udałoby się zakupić kompletnego układu napędowego z silnikiem, a we własnym zakresie wykonać tylko bramę i elektronikę sterującą.

Właśnie, oprócz sprzęgła mechanicznego konieczne są również zabezpieczenia typowo elektroniczne. Tu ogromna większość uczestników może sobie postawić duży plus. Powszechnie proponowaliście nie tylko umieszczenie wyłączników krańcowych, zatrzymujących bramę w jednym z położeń końcowych, ale też proponujecie wykorzystanie dodatkowego toru podczerwieni. Brawo! Ten tor podczerwieni włączany byłby tylko przy zamykaniu bramy. Wiązka powinna przebiegać między słupkami bramy kilkadziesiąt centymetrów nad ziemią, by jakakolwiek przeszkoda (samochód lub człowiek) pojawiająca się w bramie przy jej zamykaniu, natychmiast albo zatrzymała, albo nawet zmieniła kierunek ruchu na przeciwny.

I tu doszliśmy do bardzo ważnego zagadnienia. Już pochwaliłem tych przezornych, którzy widzą konieczność zastosowania takiej dodatkowej bariery podczerwieni. A co z tymi, którzy proponują inne sposoby?

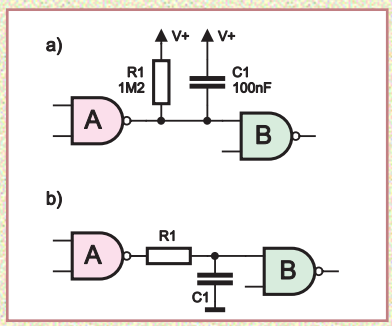
Kilku kolegów zupełnie bez zastanowienia przekonuje mnie do zabezpieczenia, które cofnie bramę, jeśli napotka opór.

Serdecznie dziękuję! Niech do mnie napiszą ci, którzy coś takiego zrealizują u siebie. Nigdy nie wjadę samochodem w ich bramę. Nawet wtedy, gdy obiecają mi, iż pokryją koszty wizyty u lakiernika.

Tak, w tym punkcie kilku kolegów ma na koncie dużą wpadkę – nie pomyśleli o możliwości uszkodzenia pojazdu przez zamykającą się bramę, zwłaszcza przy ruchu pojazdu. I tylko jeden, może dwóch kolegów zaproponowało umieszczenie na którymś słupku bramy dodatkowego awaryjnego przycisku STOP, zatrzymującego bramę w każdych okolicznościach.

Tu zresztą mógłbym się przyczepić do wielu uczestników, że zlekceważyli problem bezpieczeństwa, niezawodności i nie pomyśleli o dodatkowych obwodach zabezpieczających. Do tego tematu za chwilę wrócimy.

Na razie rozprawmy się z problemem wyłączania silnika. Zdecydowana większość propozycji to umieszczenie dwóch wyłączników krańcowych. Brama dojeżdżająca do jednego z położeń spoczynkowych uruchomi taki wyłącznik krańcowy i zatrzyma silnik. A tak przy okazji – te wyłączniki wcale nie muszą być umieszczone na obu słupkach bramy, jak proponuje kilku kolegów. Wystarczy umieścić (uwaga) na przesuwanej bramie dwa magnesy – jeden na jej początku, drugi na końcu, a gdzieś na



Rys. 4.

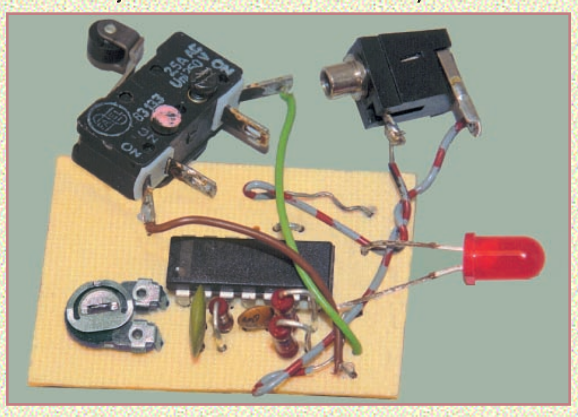
jednym ze słupków dwa współpracujące kontaktrony. Pary magnes kontaktron trzeba umieścić na różnych wysokościach, by kontaktron współpracował tylko ze „swoim" magnesem.

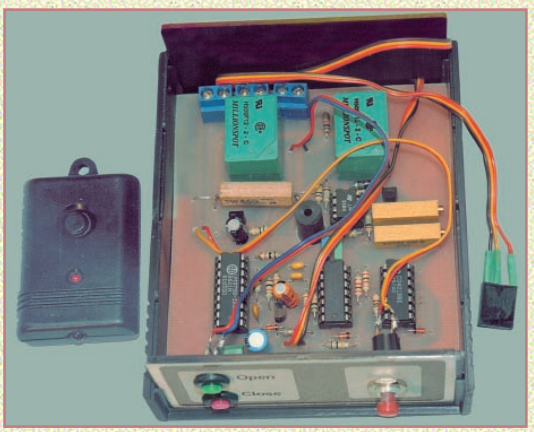
W zasadzie można zastosować tylko jeden kontaktron i dwa magnesy, ale skomplikuje to układ, bo niedostępna będzie informacja, czy brama jest otwarta, czy zamknięta – kontaktron będzie zwarty w obu sytuacjach. Taka oszczędnościowa wersja nie jest dobra. Ktoś może się upierać, że w układzie elektronicznym wystarczy wbudować prościutką pamięć w postaci przerzutnika, i problem informacji czy brama jest otwarta, czy zamknięta przestanie istnieć. To jest tylko teoria – trzeba bowiem przewidzieć sytuacje, gdy w układzie wystąpi błąd, czy to wynikający z jakiegoś chwilowego zakłócenia (iskrzenia czy pioruna) czy zaniku zasilania. Skasowanie takiej pamięci spowoduje, że układ może „zgłupieć" i próbować na przykład otworzyć otwartą bramę, narażając silnik na spalenie.

Takie historie trzeba przewidzieć i dmuchać na zimne. Dwie krańcówki skutecznie zapobiegną takiej sytuacji.

Nie rozwiąże też do końca sprawy zastosowanie obwodu zabezpieczenia nadprądowego silnika. Kilku kolegów proponuje to zamiast wyłączników krańcowych. Po napotkaniu oporu, brama zatrzyma się i prąd silnika wzrośnie, a obwód zabezpieczenia wyłączy silnik i spowoduje przerzucenie układu w stan spoczynku. Ktoś zaproponował zamiast wyłącznika nadprądowego wyłącznik fotoelektryczny, uruchamiany po zatrzymaniu wirnika i umieszczonej na mim tarczy z otworami. Idea niby dobra, ale niepraktyczna z powodów podanych dalej. Nie znaczy to jednak, że obwód zabezpieczenia nadprądowego jest niepotrzebny. Wprost przeciwnie – jest wręcz niezbędny. Choć nie powinien być stosowany zamiast wyłączników krańcowych, jego rolą będzie wyłączenie silnika w przypadku zaklinowania się bramy w jakimś położeniu pośrednim lub na przykład zimą w przypadku przymarznięcia bramy. Nie można tego wykluczyć. Taki obwód nie ma jednak zastąpić wspomnianego wcześniej toru podczerwieni, który ma wyłączyć bramę po pojawieniu się w jej „polu widzenia" jakiejkolwiek przeszkody. Potrzebny jest i tor podczerwieni i zabezpieczenie nadprądowe – oba mają inne zadania. Tak samo potrzebne są omówione wcześniej wyłączniki krańcowe (najlepiej w postaci kontaktronu i współpracującego magnesu ze względu na warunki atmosferyczne).

Fot. 1. Nadajnik i odbiornik Jarosława Chudoby





Fot. 2. Układ czasowy Radka Koppla

Oczywista sprawa!? Tak, ale nie dla wszystkich. Bodaj dwóch uczestników nie przewidziało takich „krańcówek" i według nich obsługujący bramę powinien tak długo naciskać jeden z przycisków „Zamknij" / „Otwórz", aż brama dojedzie do potrzebnego położenia. Pomysł (o)błędny, choć trzeba przyznać, mający pewien sens (ciągły nadzór użytkownika nad ruchem bramy). W tym wypadku istotnym błędem byłby znaczne zużycie energii miniaturowej bateryjki pilota. Chyba, że ktoś chce zasilać nadajnik pilota z instalacji samochodu, co można wziąć pod rozwagę. W takiej wersji można sobie wyobrazić nadajnik pracujący ciągle, a brama byłaby otwierana bez ingerencji kierowcy w momencie zbliżania się samochodu.

Ale tak czy inaczej krańcówki wyłączające silnik w skrajnych położeniach bramy są wręcz konieczne.

To nie wszystko. Jeśli takie krańcówki będą współpracować tylko z układem elektronicznym i ten układ się zepsuje, to może dojść do poważnej awarii, choćby do spalenia silnika. Taką możliwość warto przewidzieć. W tym wypadku nie zaszkodzi nosić do spodni zarówno pasek, jak i szelki. A więc wypadałoby zastosować dodatkowe oddzielne zabezpieczenie, odcinające zasilanie (np. przepalające bezpiecznik na zasilaniu), gdyby brama w swoim ruchu z jakichś powodów minęła wspomniane przed chwilą wyłączniki krańcowe, albo wystąpiłby inny błąd. Lepiej wymienić przepalony bezpiecznik, niż spalony silnik.

Choć czepiam się tutaj do wielu spraw, ogólny poziom prac oceniam bardzo dobrze. Przynajmniej dziesięciu uczestników tej edycji konkursu z pewnością poradziłoby sobie z wykonaniem niezbędnego układu sterującego. Dużą część błędów Autorzy usunęliby sami po pierwszych godzinach eksploatowania swej automatycznej bramy.

Nie o wszystkich da się jednak powiedzieć tyle dobrego. Wśród nadesłanych prac znalazłem przykłady istotnych niedoróbek i ewidentnych błędów, które czynią układ bezwartościowym.

Na **rysunkach 3...7** pokazuję niektóre z nich. **Rysunek 3a** pokazuje obwód wejściowy proponowany przez jednego z uczestników (przemilczę nazwisko). Pomimo zastosowania bramki Schmitta drgania styków mogą przejść na wyjście. O wiele lepiej zastosować układ z **rysunku 3b**, gdzie obwód wejściowy likwiduje drgania styków i dodatkowo zabezpiecza przed impulsami indukowanymi w przewodach. A w przypadku, gdy jest potrzebny tylko krótki impuls, różniczkujący obwód R3C2 trzeba umieścić na wyjściu, tak jak na **rysunku 3c**.

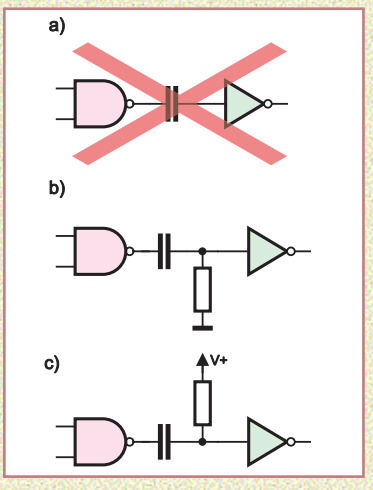
Z kolei w obwodzie z **rysunku 4a** rezystor R1 jest całkowicie zbędny. Owszem, kondensator C1 opóźnia zmiany stanów na wyjściu bramki B, ale ze stałą czasową wyznaczoną przez niewielką rezystancję wyjściową bramki A (40...300Ω) i pojemność C1. Choć włączenie pojemności C1 na wyjście bramki CMOS nie jest wielkim błędem, jednak przy większych częstotliwościach będzie powodować niepotrzebny wzrost poboru prądu, dlatego w praktyce zazwyczaj stosuje się obwody opóźniające według **rysunku 4b**, przy czym nie ma powodów, by rezystancja R1 była mniejsza niż 100kΩ.

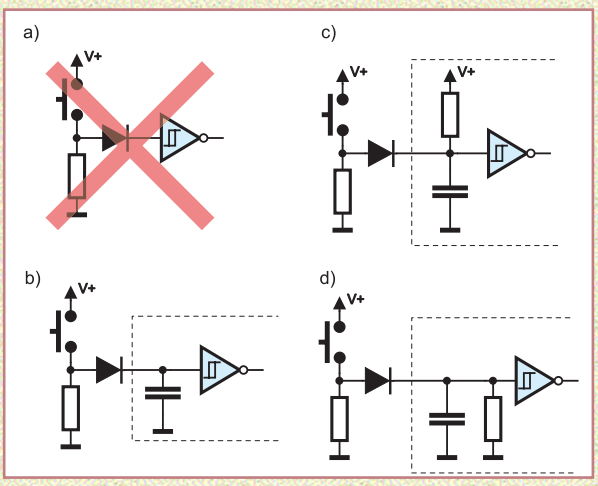
Rysunki 5...7 pokazują ewidentne wpadki.

Zdecydowanym błędem jest połączenie wg **rysunku 5a**. Choć w zasadzie na każdym wejściu CMOS występuje obwód zabezpieczający zawierający diody, bez wdawania się w szczegóły trzeba stwierdzić, iż połączenie według rysunku 5a jest niedopuszczalne. Brakuje rezystora do masy albo plusa zasilania, włączonego wg **rysunku 5b** albo **5c**.

Co się stanie, gdy przycisk z **rysunku 6a** zostanie naciśnięty i zwolniony? Czy napięcie na wejściu bramki opadnie po zwolnieniu przycisku? Nie wiadomo, ale raczej nie! Przecież wejście to posiada pojemność rzędu 5...10pF, a wypadkowa rezystancja wejściowa jest ogromnie duża. W idealnym przypadku rezystancja ta jest nieskończenie wielka, czyli sytuacja wygląda jak na **rysunku 6b**. Po pierwszym naciśnięciu przycisku ta pojemność we-

Rys. 5.





Rys. 6.

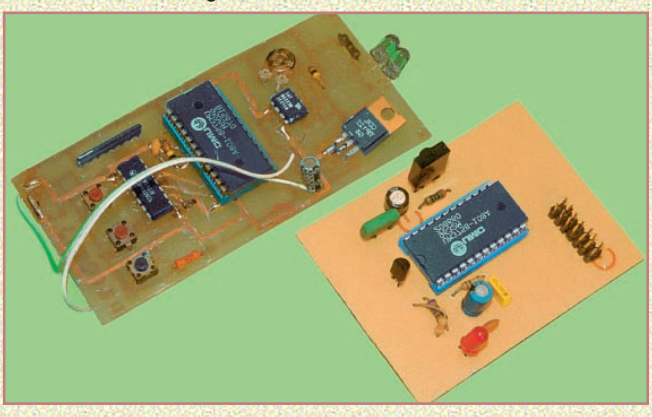
jściowa się naładuje i tak pozostanie, bo... nie ma się jak rozładować. W praktyce w zależności od rozrzutu parametrów egzemplarzy może się okazać, że gdzieś w strukturze płyną jednak maleńkie prądy i sytuacja wygląda jak na **rysunku 6c** albo **6d**, przy czym zaznaczona rezystancja może mieć wartość setek i tysięcy megaomów (w rzeczywistości będzie to upływność wejściowych diod zabezpieczających). Jak widać, tylko przy szczęśliwym zbiegu okoliczności (6d), układ z rysunku 6a ma szansę działać według intencji jego autora.

Błędny jest też układ z **rysunku 7**. Tu układ być może zadziała przy pierwszym przyciśnięciu przycisku. Jednak po zwolnieniu przycisku kondensator nie ma się jak rozładować, więc następne naciśnięcia przycisku nie wywołają żadnych zmian stanu bramek. Układ trzeba przekonstruować zgodnie ze wskazówkami dotyczącymi rysunków 2 i 3.

Rozwiązania praktyczne

Otrzymałem trzy modele i jeden opis modelu. **Fotografia 1** pokazuje model nadajnika i odbiornika z układami UM3758, autorstwa **Jarosława Chudoby** z Gorzowa Wielkopolskiego. Schematu nie podaję, jest to niewiele zmodyfikowany klasyczny układ aplikacyjny. Według pomysłu Jarka jeden z przycisków nadajnika otwiera bramę, drugi zamyka. Trzeci po prostu uruchamia nadajnik i odbiornik. W systemie nie ma żadnych elementów zabezpieczających i użytkownik sam musi pilnować otwierania i zamykania bramy. W sumie takie rozwiązanie nie jest godne polecenia, a nadajnik w proponowanej postaci jest za duży. Niemniej jednak za wkład pracy i wytrwałość Jarek otrzyma upominek.

Fot. 3. Sterownik Grzegorza Bednarza



W tym miesiącu główną pulę nagród podzielą między siebie **Mariusz Antoniak** z Nowego Dworu Mazowieckiego, **Radosław Koppel** z Gliwic i **Grzegorz Bednarz** z Cięciny.

Schemat Mariusza można zobaczyć na **rysunku 8**. Autor twierdzi, że taki układ pracuje u niego od roku.

Fotografia 2 pokazuje prosty układ czasowy dołączony do projektu Radka Koppla. Nagrodę przyznałem nie za ten prościutki model, ale za ciekawą analizę i kilka trafnych spostrzeżeń.

Fotografia 3 i **rysunek 9** przedstawiają projekt Grzegorza. Choć Autor nie ustrzegł się niedoróbek, układ rzeczywiście pracuje i spełnia swoją rolę. Również tu muszę zwrócić uwagę na istotną niedoróbkę, bo Grzegorzowi stawiam wyższe wymagania niż innym. Pominę tu dwustopniowy obwód zabezpieczenia nadprądowego z szeregowo połączonymi potencjometrami, który wskutek szeregowego połączenia potencjometrów nie zapewnia odpowiedniego zakresu regulacji, ale muszę zwrócić uwagę na nietypowy i w sumie błędny sposób sumowania sygnałów z przycisku Sw1 i z wyjścia kostki Us1. Sumowanie odbywa się na rezystorze (100kΩ) dołączonym do nóżki 1 bramki NOR (Us4). Sygnały doprowadzane są przez dwa kondensatory (po 10nF). Jeśli układ działa, jest to jedynie szczęśliwy zbieg okoliczności. Należy bowiem pamiętać, że tak włączone kondensatory tworzą dzielnik napięcia i maksymalne napięcie na wspomnianym rezystorze sumującym będzie zbliżone do połowy napięcia zasilającego. Jeśli bramka NOR miałaby próg przełączania wyższy niż połowa napięcia zasilającego, układ nie będzie pracował. Również tutaj należało zastosować zmodyfikowany układ z rysunku 2 lub 3.

Wśród nadesłanych prac znalazłem także bardzo ciekawy list od **Karola Gaszka** z Goleszowa. Oto ten list:

Szanowna Redakcjo!

Przypadkowo dostałem do ręki 4 numer Elektroniki dla Wszystkich i przeczytałem tam artykuł o sterowaniu bram. Postanowiłem do Was napisać ponieważ jest to temat, który trzeba bardzo szeroko omówić i przestrzec młodych konstruktorów przed ewentualnymi skutkami ich pomysłów Jestem w tym temacie już od około 10 lat. Zajmuję się montażem oraz produkcją tych urządzeń. Chciałbym przybliżyć chociaż parę problemów związanych z tym tematem.

Ogrodzenie to duża pętla indukcyjna, w której na końcach zamontowane jest urządzenie elektroniczne. Podczas wyładowań atmosferycznych w płocie – siatce indukują się bardzo duże impulsy napięciowe – elektronika musi być odporna na te zjawiska.

Przez bramę przemieszczać się będzie mienie o znacznej wartości, a żadne urządzenie nie jest bezpieczne, gdy pracuje bez nadzoru, tzn. będzie otwierane ze znacznej odległości. Zasięg powinien być ograniczony do takiej odległości aby była możliwa kontrola wzrokowa. Urządzenie musi być odporne na kilkakrotne załączanie i wyłączanie napięcia sieci – żeby układ samoczynnie nie zadziałał. Warunki klimatyczne -20 do +50 i duża wilgotność.

Zdecydowanie odradzam sterowanie silnikiem 220-380V – jest to bardzo niebezpieczne pod względem BHP i kłopotliwe rozwiązanie wyłącznika nadprądowego – przeciążeniowego. Renomowane firmy, które to kiedyś produkowały już w tej chwili odchodzą od takich napędów, a przechodzą na napędy 12 – 24 – 36V.

Silnik kolektorowy musi mieć układy przeciwzakłóceniowe. Elektronika powinna być sterowana impulsowo – wyłącznie powinno się odbywać na wyłącznikach krańcowych, a nie nadprądowo, ponieważ po półrocznej eksploatacji wypali się kolektor i po zawodach. Nadprądowy powinien działać tylko w sytuacji awaryjnej. Można krańcówki zastąpić licznikiem impulsów – osobiście odradzam.

STOP – w każdej chwili możliwość wyłączenia pracy.

Fotokomórka – promień modulowany i kodowany – duże zakłócenia od świateł stop w samochodzie.

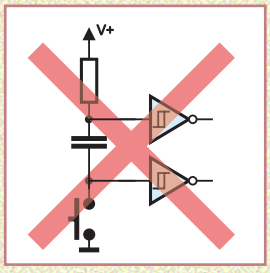
Najważniejsza rzecz – twarde źródło zasilania tzn. trafo o wydajności prądowej przynajmniej 50% większej od poboru prądu przez silnik przy maksymalnym obciążeniu. Sterowanie zasilane z małego trafa, a duże trafo zasilające silnik załączany dopiero po wydaniu komendy z pilota i wyłączany po upływie 1 – 2 minut po ostatniej komendzie. Znaczna oszczędność energii. Jeżeli napięcie zasilania będzie się obniżać to powstanie problem z ustawieniem wyłącznika nadprądowego. Trafo powinno mieć odczepy na stronie wtórnej, żeby można było skorygować spadek napięcia na przewodach zasilających do bramy. Zastosowanie stabilizatora z regulacją napięcia to nie jest dobry pomysł.

Przeniesienie napędu na listwę zębatą na bramie to też bardzo ważna sprawa. Dociskanie na jakimś mimośrodzie silnika do listwy jest złym pomysłem, najlepiej stosować sprzęg osiowy. Jeżeli zębatka nie wejdzie dokładnie w zęby a silnik zostanie uruchomiony to już będzie o 1 lub 2 zęby mniej.

Otwieranie awaryjne trzeba wziąć pod uwagę, bo nawet najlepsze urządzenie może się zepsuć, i jak potem otworzyć bramę?

Tyle na ten temat chociaż zdaje sobie sprawę, że jest to rąbek tematu. Jeszcze jedno ostrzeżenie: jeśli ktoś wymyśli jakiś „bajer" to bardzo dobrze, ale przestrzegam przed czymś takim jak samoczynne zamykanie bramy po jakimś tam ustalonym czasie przy słabym dostępie do przycisków sterujących. Dlaczego? Nadprądowy może się uszkodzić, fotokomórka również. Jeśli więc dużo ludzi będzie miało

Rys. 7.



możliwość uruchomić to urządzenie, to nie będzie możliwe ustalenie, kto ma zapłacić za uszkodzony błotnik czy drzwi samochodu.

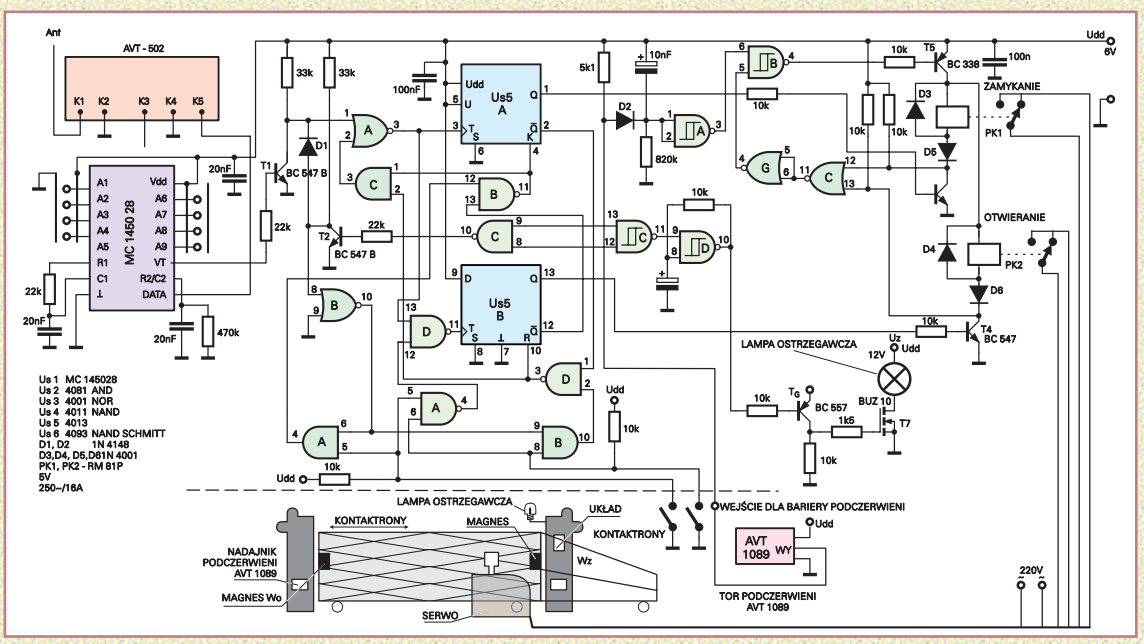
Jeżeli wydrukujecie ten list na łamach Waszego pisma to jestem skłonny pomóc tym, którzy chcieliby sobie zrobić taki napęd do bramy lub drzwi garażowych i odpisać na listy, które do mnie skierują. Będę się starał pomóc radą i ewentualnie jakimś schematem pod warunkiem przysłania koperty zwrotnej zaadresowanej.

Nie będę odpowiadał na listy w formie – Ja biedny, ładny młody uczeń technikum... – mam na ten temat swoje zdanie. Biedny elektronik nie powinien o sobie tego mówić!!! Bo to znaczy, że jest złym elektronikiem.

Z poważaniem

Karol Gaszek

ul. Osiedlowa 1, 43–440 Goleszów



Rys. 8. Układ Mariusza Antoniaka

Za te bardzo cenne, praktyczne uwagi Karol otrzyma nagrodę dodatkową w postaci cennej książki i nie mniej cennego katalogu. Mam nadzieję, że nie zasypiecie go lawiną listów z prośbami o poradę. A swoją drogą, Karol zamiast wam odpowiadać indywidualnie, mógłby zaprezentować jakieś możliwie proste i niezbyt drogie rozwiązanie jako projekt na łamach EdW – zapraszam!

Uwagi końcowe

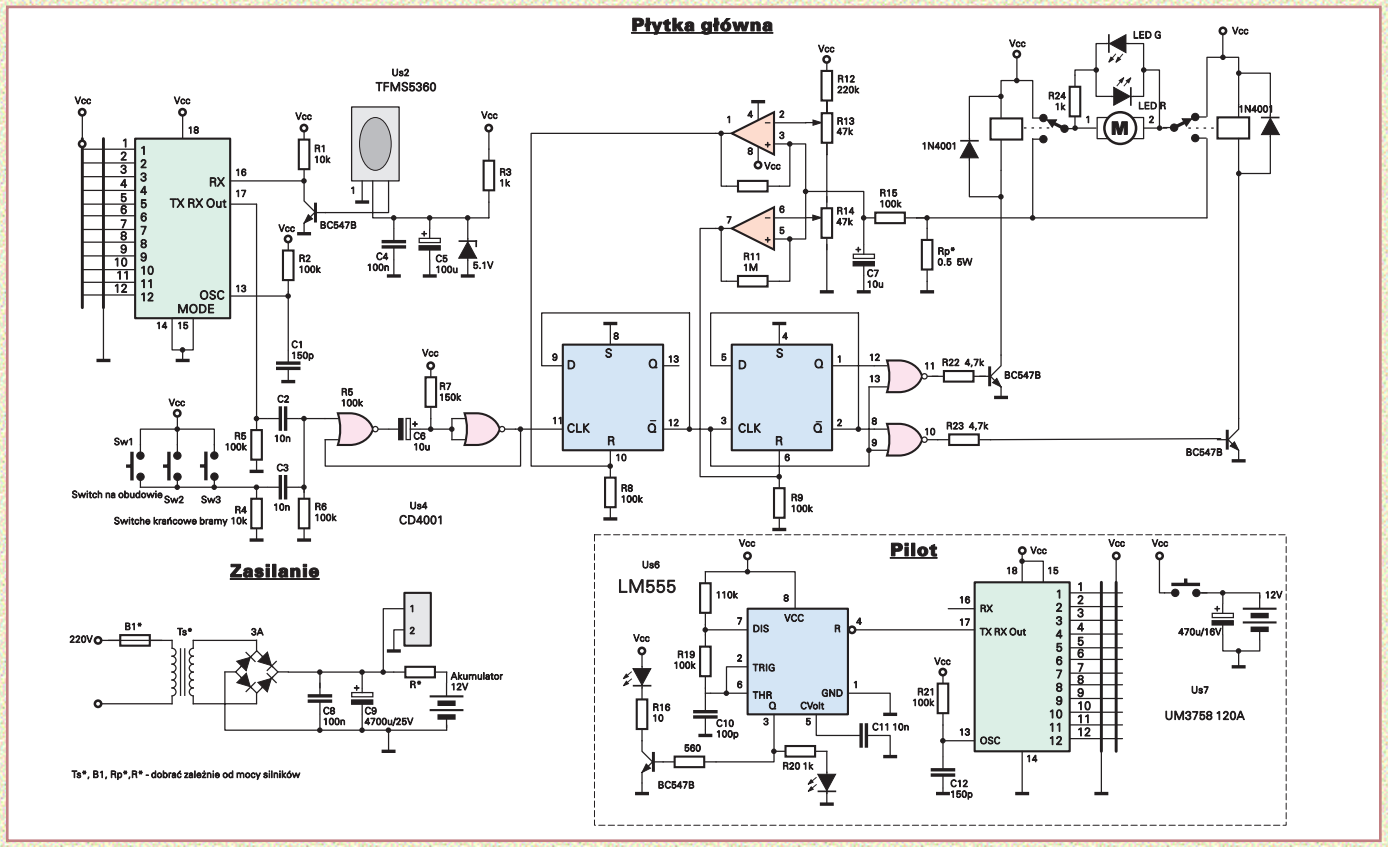
Tym razem zmierzyliście się z zadaniem wziętym wprost z życia i co tu ukrywać, bardzo trudnym. W sumie, pomimo pewnych błędów i niedoróbek jestem zadowolony z nadesłanych prac. U kilku młodych kolegów widzę znaczne postępy. W przypadku innych nadal czekam na taki postęp. Dotyczy to nie tylko wiedzy, ale także, jak nadmieniłem wcześniej, staranności i systematyczności widocznej w opisach, rysunkach i wykonanych modelach.

W tym miesiącu główną pulę nagród (podzespoły) podzieliłem między **Mariusza Antoniaka**, **Radosława Koppla** i **Grzegorza Bednarza**. Upominki otrzymują: **Jakub Betiuk**, **Rafał Kuchta**, **Jarosław Chudoba**, **Leszek Pietrukaniec** i **Bogdan Taranta**. Nagrodę dodatkową otrzyma **Karol Gaszek**.

Jak zwykle pozdrawiam wszystkich uczestników i sympatyków Szkoły. Zachęcam do udziału w kolejnych zadaniach.

Wasz Instruktor
Piotr Górecki

Rys. 9. Sterownik Grzegorza Bednarza



część 8

Tranzystory dla początkujących

Radiator

W poprzednim odcinku poznałeś podstawowe zależności cieplne w tranzystorze. Zarówno te zależności, jak i wyrażające je wzory są bardzo proste. W sumie okazało się jednak, że sprawa jest w miarę łatwa tylko dla tranzystorów małej mocy. W przypadku tranzystorów większej mocy (już powyżej 1W) trzeba uwzględnić właściwości nie tylko tranzystora, ale co najważniejsze - radiatora.

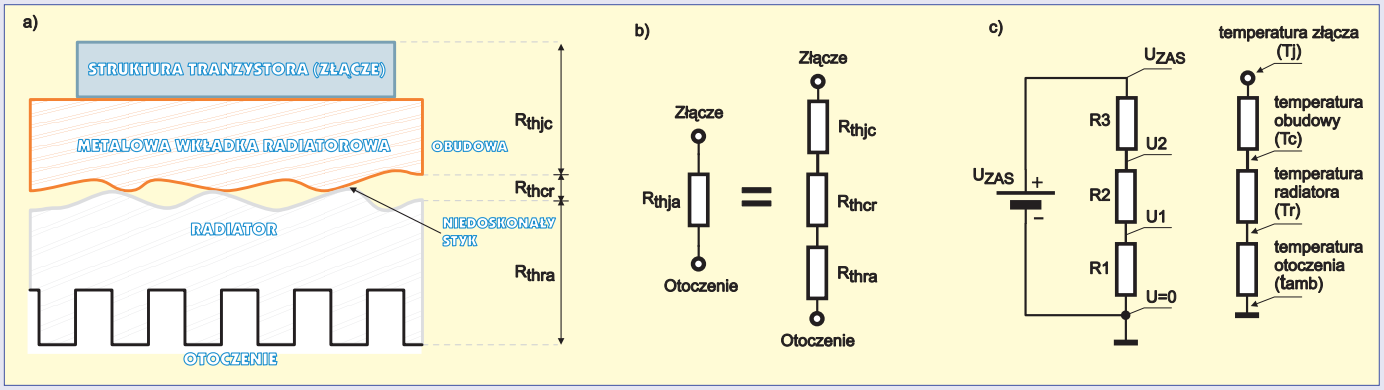
Zacznijmy od podstaw. W poprzednim odcinku poznałeś katalogowy parametr Rthja – rezystancję termiczną miedzy złączem a otoczeniem (mierzoną bez radiatora). Także w przypadku tranzystora mocy współpracującego z radiatorem mamy do czynienia z przepływem ciepła między złączem a otoczeniem. Nadal interesuje nas całkowita rezystancja cieplna Rthja (ale nie ta z katalogu dotycząca tranzystora bez radiatora). Problem w tym, że teraz rezystancja Rthja będzie zależeć od użytego radiatora. Musimy też uwzględnić niedoskonały styk obudowy tranzystora z radiatorem. W konsekwencji całkowita rezystancja Rthja między złączem a otoczeniem będzie składać się z trzech oddzielnych rezystancji cieplnych:

– Rthjc (złącze-obudowa)
– Rthcr (obudowa-radiator)
– Rthra (radiator-otoczenie)

Ciepło wytworzone w krzemowej strukturze półprzewodnika musi przejść najpierw do obudowy, potem do radiatora i dalej do otoczenia. Po drodze musi pokonać miejsce styku obudowy z radiatorem. Styk ten ze względu na mikroskopijne nierówności obu powierzchni nie jest doskonały i również tu występuje pewien opór cieplny.

Zgodnie z rysunkiem 59a, całkowitą rezystancję cieplną między złączem a otoczeniem możemy przedstawić jako szeregowe połączenie wymienionych trzech rezystancji składowych. Pokazane to jest na rysunku 59b. Podczas pracy tranzystora

rys. 59.



ciepło wydzielane w złączu przechodzi do otoczenia. Zgodnie z wcześniejszą analogią rozkład temperatur przypomina rozkład napięć na szeregowo połaczonych rezystorach. Ilustruje to **rysunek 59c**.

Rezystancja cieplna między złączem a powierzchnią obudowy danego tranzystora (Rthjc) podana jest w katalogu. Dla najlepszych tranzystorów i układów scalonych wynosi ona 0,8...1K/W. Dla typowych tranzystorów w obudowach TO-220 wynosi zwykle 1...3K/W. Większą wartość ma tylko w przypadku tranzystorów starszego typu.

Rezystancja Rthcr wynosi od około 1K/W przy bezpośrednim przykręceniu tranzystora do radiatora, do około 0,1...0,2K/W przy dokręceniu z zastosowaniem pasty (silikonowej) dobrze przewodzącej ciepło albo cieniutkich silikonowych (podobnych do gumy) podkładek. Pasta i cienkie podkładki silikonowe zmniejszają rezystancję cieplną połączenia, bo wypełniają także mikroskopijne nierówności na powierzchniach radiatora i tranzystora (pokazane w wielkim powiększeniu na rysunku 59a). Ale uwaga! Nie należy tu mylić przekładki mikowej z przekładką silikonową. Najmłodszym Czytelnikom należy przypomnieć, że mika to minerał o bardzo dobrych właściwościach pod względem izolacji elektrycznej. Mikę łatwo podzielić na cienkie warstwy – plasterki. Daje się łatwo obrabiać – można ją ciąć nożem i delikatnie wiercić w niej otwory. Cieniutki, przezroczysty kawałek miki oddziela skutecznie tranzystor od radiatora pod względem elektrycznym (galwanicznie), a przy tym w miarę dobrze przewodzi ciepło. Ale niestety, w przypadku zastosowania izolacyjnej przekładki mikowej (nawet posmarowanej smarem silikonowym), rezystancja Rthcr znacznie zwiększa się, nawet o 1...2K/W.

Natomiast przekładki silikonowe, podobne do gumy, również mogą oddzielać galwanicznie tranzystor od radiatora i mają bardzo dobre właściwości cieplne, czyli małą rezystancję termiczną. Rezystancja ta, zależnie od grubości, może wynosić 0,1...1K/W. Silikonowe przekładki nie powinny być używane wielokrotnie – raz założona przekładka powinna być wymieniona przy ewentualnej wymianie tranzystora.

Natomiast rezystancja Rthra zależy od wielkości radiatora, jego kształtu, rodzaju powierzchni oraz koloru i może wynosić od około 50K/W (mała blaszka aluminiowa) do 0,5K/W (i mniej) dla potężnych radiatorów ze specjalnych kształtek aluminiowych. Rezystancja termiczna Rthra zależy silnie od warunków przepływu powietrza wokół radiatora. Na przykład zastosowanie wiatraczka (wentylatora) wymuszającego przepływ powietrza może zmniejszyć rezystancję termiczną nawet kilkakrotnie. Jeszcze skuteczniejsze są radiatory chłodzone cieczą (wodą lub olejem), ale nie będziemy się nimi zajmować, bo hobbyści praktycznie ich nie stosują ze względu na koszty.

W praktyce zapewnienie pracy tranzystora mocy w bezpiecznym obszarze polega przede wszystkim na dobraniu odpowiedniego radiatora. Teoretycznie sprawa jest bardzo prosta. Mając dopuszczalną temperaturę złącza +150°C, temperaturę otoczenia (zwykle przyjmuje się +30...+50°C) i moc strat P, przy jakiej tranzystor będzie pracował, łatwo obliczyć maksymalną całkowitą rezystancję Rthja ze wzoru

$$Rthja = \frac{\Delta T}{P}$$

Potem od tak obliczonej rezystancji wystarczy odjąć rezystancję Rthjc i Rthcr:

$$Rthra = Rthja - (Rthjc+Rthcr)$$

Otrzymuje się wartość rezystancji termicznej radiatora Rthra. Oczywiście radiator może mieć mniejszą wartość rezystancji cieplnej niż tak obliczona wartość – wtedy temperatura złącza będzie mniejsza od dopuszczalnej (+150°C).

Wykonaj kilka prostych ćwiczeń tego typu.

Ćwiczenie

Oblicz rezystancję termiczną radiatora potrzebnego do tranzystora wyjściowego we wzmacniaczu mocy. Maksymalna moc strat tego tranzystora w najgorszych warunkach wyniesie 30W. Tranzystor ma następujące parametry: Ptot=125W, Rthjc = 1,1K/W, Tjmax = +150°C. Maksymalna temperatura otoczenia we wnętrzu obudowy niech wynosi +50°C. Nie zastosowano smaru silikonowego i rezystancję Rthcr należy przyjąć równą 1K/W.

Jaki radiator wystarczy po zastosowaniu smaru silikonowego zmniejszającego Rthcr do 0,2K/W?

Obliczamy maksymalną dopuszczalną całkowitą rezystancję Rthja

$$Rthja=(150–50)/30W=3,3°C/W=3,3K/W$$

$$Rthra=3,3–(1+1,1)=1,2K/W$$

Bez smaru silikonowego potrzebny będzie radiator o rezystancji 1,2K/W.

Natomiast ze smarem silikonowym:

$$Rthra=3,3–(1+0,2)=2,1K/W$$

Jest to znaczna różnica – ze smarem rezystancja radiatora może być aż o 75% większa, czyli... warto smarować. Jest to żelazna zasada: **przy dużych mocach traconych smar lub podkładki silikonowe są niezbędne**.

Ćwiczenie

Rezystancja Rthjc tranzystora BD135 (BD135...140) wynosi 10K/W. Moc tracona w tranzystorze wynosi 5W. Czy można nie stosować smaru silikonowego w sytuacji, gdy tranzystor będzie współpracował z radiatorem o rezystancji Rthra równej 7K/W?

W tym wypadku nie trzeba przeprowadzać szczegółowych obliczeń. Wystarczy oszacować, jak wpłynie brak pasty silikonowej na temperaturę złącza. Można przyjąć rezystancję Rthcr bez silikonu równą 1,5K/W, a z silikonem 0,3K/W. Inaczej mówiąc, bez silikonu całkowita rezystancja zwiększy się o 1,2K/W. Przy mocy 5W spowoduje to wzrost temperatury o dodatkowe 6 stopni. 6 stopni to niewiele, a więc w przypadku małych mocy traconych (do 5...10W) wpływ silikonu jest niewielki.

Ale przy dużych mocach wpływ ten jest duży, często wręcz krytyczny. Gdyby moc wynosiła nie 5 tylko 50W, brak smaru oznaczałby niepotrzebny, dodatkowy wzrost temperatury złącza aż o 60 stopni.

Ćwiczenie

Sprawdź, czy tranzystor BDV64 (Ptot=125W, Rthjc=1K/W Tjmax=+150°C) może rozproszyć do otoczenia moc 80W z radiatorem o Rthra=1,5K/W, w temperaturze otoczenia +50°C przy użyciu smaru silikonowego (Rthcr=0,15K/W).

Sprawdzamy. Najpierw liczymy

$$Rthja=1K/W+0,15K/W+1,5K/W=2,6K/W$$

Przy mocy 80W wzrost temperatury złącza wyniesie:

$$\Delta T=80\times2,56=212°C$$

Temperatura złącza wyniosłaby więc +262°C – tranzystor w żadnym wypadku nie może pracować w takich warunkach!

Ćwiczenie

Oblicz, rezystancję termiczną radiatora, współpracującego z tranzystorem 2N3055 (Ptot=117W, Rthjc=1,5K/W, Tjmax=+200°C) w układzie stabilizatora, gdzie maksymalna moc strat wyniesie 85W. Maksymalna temperatura otoczenia we wnętrzu obudowy +50°C. Dzięki smarowi silikonowemu Rthcr = 0,1K/W.

Obliczamy wymaganą całkowitą rezystancję cieplną

$$Rthja=(200–50)/85=1.765K/W$$

Stąd

$$Rthra=1,765–(1,5+0,1)=0,165K/W$$

Radiatora o tak małej rezystancji cieplnej w warunkach amatorskich wykonać się nie da! Nie pomoże nawet silny wentylator!

Ćwiczenie

Tranzystor BD136 (obudowa TO-126, Ptot=12,5W, Rthjc=10°C/W, Tjmax=+150°C) współpracuje z radiatorem o Rthra = 4K/W. Bez silikonu Rthcr = 1°C/W. Czy w tych warunkach tranzystor może pracować z mocą strat równą 10W w temperaturze otoczenia równej +40°C?

Nie! Bo przy mocy 10W i dopuszczalnej różnicy temperatur równej 110°C, całkowita rezystancja musiałaby wynosić nie więcej niż 11K/W. Tymczasem już sam tranzystor i przekładka mają taką rezystancję termiczną. W tym wypadku nie pomoże żaden radiator. Podany tranzystor nie może pracować w takich warunkach. Co zrobić?

Zastosowanie smaru niewiele pomoże, bo nawet po zmniejszeniu Rthcr do 0,3°C/W należałoby zastosować wielki radiator o bardzo małej rezystancji Rthra równej 0,7K/W. Teoretycznie taki radiator można wykonać, ale jest to nieracjonalne.

Wystarczy bowiem zastosować większy tranzystor, na przykład BD244 o rezystancji Rthjc równej 1,92K/W

Oczywiście całkowita rezystancja Rthja nadal nie może być większa niż 11K/W, ale teraz wystarczyłoby zastosować radiator o rezystancji

$$Rthra=11-(1{,}92+0{,}2)=8{,}88K/W$$

Podany radiator (Rthra = 4K/W) zapewni więc spory zapas. W rzeczywistości wzrost temperatury złącza nie przekroczy

$$\Delta T=10W\times(1{,}92+0{,}2+4)=61{,}2^{\circ}C$$

czyli temperatura złącza niewiele przekroczy +100°C.

Przemyśl wnioski wynikające z tych ćwiczeń. Przypuszczam, że niektóre podane przykłady cię zaniepokoiły. Okazało się, że w wielu przypadkach nie możesz pracować przy deklarowanej w katalogu mocy strat Ptot.

Co jest grane? Gdzie tkwi błąd?

Błędu nie ma. Obliczenia (choć nieco uproszczone) są w porządku. Za chwilę sam się przekonasz, o co tu chodzi. Oblicz więc, jaki radiator jest potrzebny przy pracy w „katalogowych" warunkach pracy tranzystora mocy. Niech to będzie tranzystor BDW83B (Ptot=130W, Tjmax=+150°C, Rthjc=0,96K/W). Niech temperatura otoczenia wynosi +40°C.

$$Rthja=(150-40)/130=0.846K/W$$

czyli mniej niż wynosi katalogowa wartość Rthjc! Tranzystor nie może pracować w takich warunkach!

Czy nie masz wrażenia, że producenci tranzystorów wpuszczają cię w gęste maliny robiąc ci smak na te katalogowe 130W mocy strat, których, jak się okazuje, w żaden sposób nie można „wydusić" z tranzystora bez ryzyka przegrzania?

Czy to jest wpuszczanie w maliny, to inny problem, ale rzeczywiście, w praktyce żaden tranzystor mocy nie może pracować przy katalogowej mocy strat Ptot. To skąd się wzięła ta „katalogowa" moc?

Zapamiętaj raz na zawsze, że jest to moc, jaką teoretycznie można stracić w tranzystorze przy zastosowaniu idealnego radiatora. A ściślej – podawana w każdym katalogu maksymalna moc strat Ptot dotyczy laboratoryjnych warunków testowych z wręcz idealnym chłodzeniem, (uważaj!) przy temperaturze **obudowy** wynoszącej (zwykle) tylko +25°C. Zauważ, że te +25°C to temperatura **obudowy** w czasie pracy, gdy wydziela się „katalogowa" moc strat. Taką temperaturę obudowy można uzyskać tylko przy wymuszonym chłodzeniu, i to nie powietrzem, lecz cieczą.

Sprawdź, czy te informacje są prawdziwe dla tranzystora BDW83. Jeśli utrzymasz temperaturę obudowy na poziomie +25°C, czyli różnica temperatur ma wynieść (150–25=)125°C, to moc maksymalna wyniesie

$$P=\frac{125}{0{,}96}=130W$$

I to jest właśnie moc, jaką odczytałeś z katalogu. Zgadza się!

Teraz uważaj! Mając podane w katalogu moc strat Ptot i maksymalną temperaturę złącza (najczęściej +150°C) potrafisz obliczyć rezystancję Rthjc. Zakładając, że temperatura obudowy ma wynosić +25°C, czyli przy różnicy temperatur ΔT=100°C=100K obliczysz:

$$Rthjc=\frac{100K}{Ptot}$$

Proste? Tak! Choć w rzadkich przypadkach możesz natrafić na niespodziankę. Mianowicie w przypadku niektórych tranzystorów producenci podają moc maksymalną Ptot przy temperaturze obudowy nie +25°C, tylko +60°C. Ale wtedy ta nieścisłość niczym nie grozi, bo rzeczywista rezystancja Rthjc okaże się jeszcze mniejsza, niż obliczona za pomocą powyższego prostego sposobu.

Teraz wracamy do wcześniejszych ćwiczeń.

Okazało się też, że moc strat Ptot podawana w katalogach tranzystorów mocy, niewiele ma wspólnego z rzeczywistością, bo można ją uzyskać tylko przy idealnym chłodzeniu. Jeśli tak, to oblicz teraz, z jaką mocą tak naprawdę może pracować tranzystor BDW83 o„rewelacyjnej mocy" Ptot wynoszącej aż 130W. Do jego chłodzenia wykorzystasz duży żebrowany radiator o rezystancji termicznej wynoszącej 1,5K/W, a rezystancję Rthcr możesz przyjąć równą 0,1K/W (smar lub cieniutka podkładka silikonowa). Maksymalną temperaturę otoczenia przyjmij realistycznie równą +40°C.

Całkowita rezystancja termiczna

$$Rthjc=0{,}96+0{,}1+1{,}5=2{,}56\frac{K}{W}$$

$$P=\frac{150-40}{2{,}56}=43W$$

I co? Znów zaskoczenie? Tylko 43W? A miało być 130W?! Niestety tak! I wierz mi – radiator o rezystancji 1,5K/W to spory kawałek żebrowanego profilu aluminiowego.

Niestety, przy projektowaniu układów z tranzystorami mocy (i nie tylko) musisz zawsze brać pod uwagę wyniki naszych rozważań. Ponieważ ty nie masz szans zastosować idealnego radiatora, dlatego raz na zawsze porzuć nierealne marzenia – **nigdy nie wydusisz z tranzystora mocy katalogowej mocy strat Ptot**. W pierwszym, zgrubnym przybliżeniu możesz przyjąć, że z przyzwoitym radiatorem tranzystor mocy będzie u ciebie pracował co najwyżej z połową katalogowej mocy strat.

Ponadto jeśli do tej pory ci się wydawało, że wystarczająco duży radiator zawsze rozwiąże problem, to się myliłeś. Wcześniejsze przykłady pokazały, że choćbyś zastosował idealny radiator, nigdy nie zmniejszysz całkowitej rezystancji termicznej poniżej Rthjc. A do tego zawsze dochodzi jakaś wartość Rthcr – choćbyś nie wiem jak smarował, nie zmniejszysz jej do zera, tylko do 0,1...0,2K/W.

Tu wyjaśnia się całkowicie problem„wąskiego gardła", o którym wspominałem przy okazji omawiania wzmacniacza o mocy 100W. Zajrzyj do tego artykułu w EdW 8/97 na stronę 18. Teraz ostatnie ćwiczenia pokazały, że wspomnianym„wąskim gardłem" jest właśnie rezystancja Rthjc. Wynika ona z konstrukcji tranzystora i nie masz na nią żadnego wpływu. A gdy nie zastosujesz smaru silikonowego, dodatkowo pogorszy sytuację rezystancja Rthcr dochodząca do 1...2K/W.

Czy teraz dokładnie rozumiesz problem mocy strat i radiatorów?

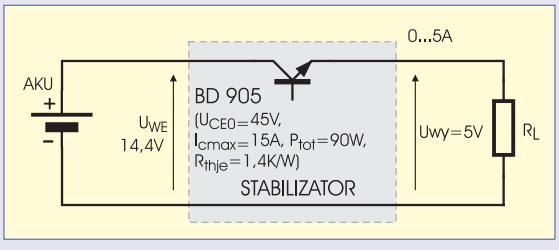
Wydaje ci się, że tak? W takim razie, w ramach ćwiczeń praktycznych oblicz rezystancję termiczną radiatorów wymaganą w układach z **rysunków 60** i **61**. Dla wzmacniacza z rysunku 61 przeprowadź obliczenia trzykrotnie:

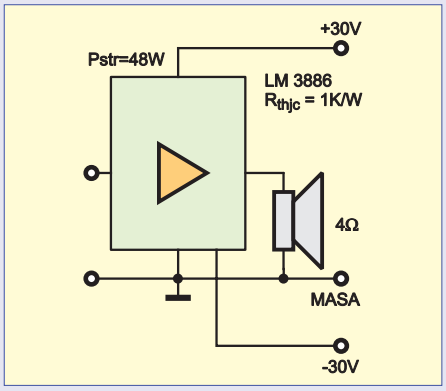
a) dla radiatora połączonego galwanicznie z wkładką radiatorową (ujemnym biegunem zasilania) zaplanuj użycie smaru silikonowego i przyjmij Rthcr = 0,1K/W,

b) dla radiatora oddzielonego galwanicznie zaplanuj użycie izolacyjnej przekładki silikonowej i przyjmij Rthcr = 0,5K/W,

c) dla radiatora oddzielonego galwanicznie zaplanuj użycie izolacyjnej przekładki miko-

rys. 60.





rys. 61.

wej posmarowanej obustronnie smarem silikonowym i przyjmij Rthcr = 1,5K/W.

Jakie przyjmiesz temperatury otoczenia? W przypadku zasilacza do samochodu z rysunku 60 trzeba liczyć się z temperaturą rzędu +60...+80°C, prawda? W przypadku wzmacniacza wystarczy +40...+50°C. Nie przejmuj się, że na rysunku +61 masz układ scalony, a nie tranzystor. Zasady obliczeń wielkości cieplnych są takie same jak w tranzystorach. Podana moc strat układu scalonego LM3886 dotyczy najgorszego możliwego przypadku – zobacz EdW 2/98 str. 10 rys. 3 dla napięcia zasilania ±30V. Mając takie dane obliczysz radiator potrzebny dla tego najgorszego przypadku. W rzeczywistości, przy normalnej pracy wzmacniacza średnia wydzielana moc strat jest mniejsza i radiator taki na pewno będzie dobrany z pewnym zapasem. A teraz licz.

Poradziłeś sobie? To świetnie!

No, może nie do końca świetnie... Bo niby co teraz dalej zrobić z tą wiedzą? Co z tego, że obliczyłeś potrzebną rezystancję termiczną radiatora? A skąd będziesz wiedział, jaką rezystancję mają posiadane przez ciebie radiatory?

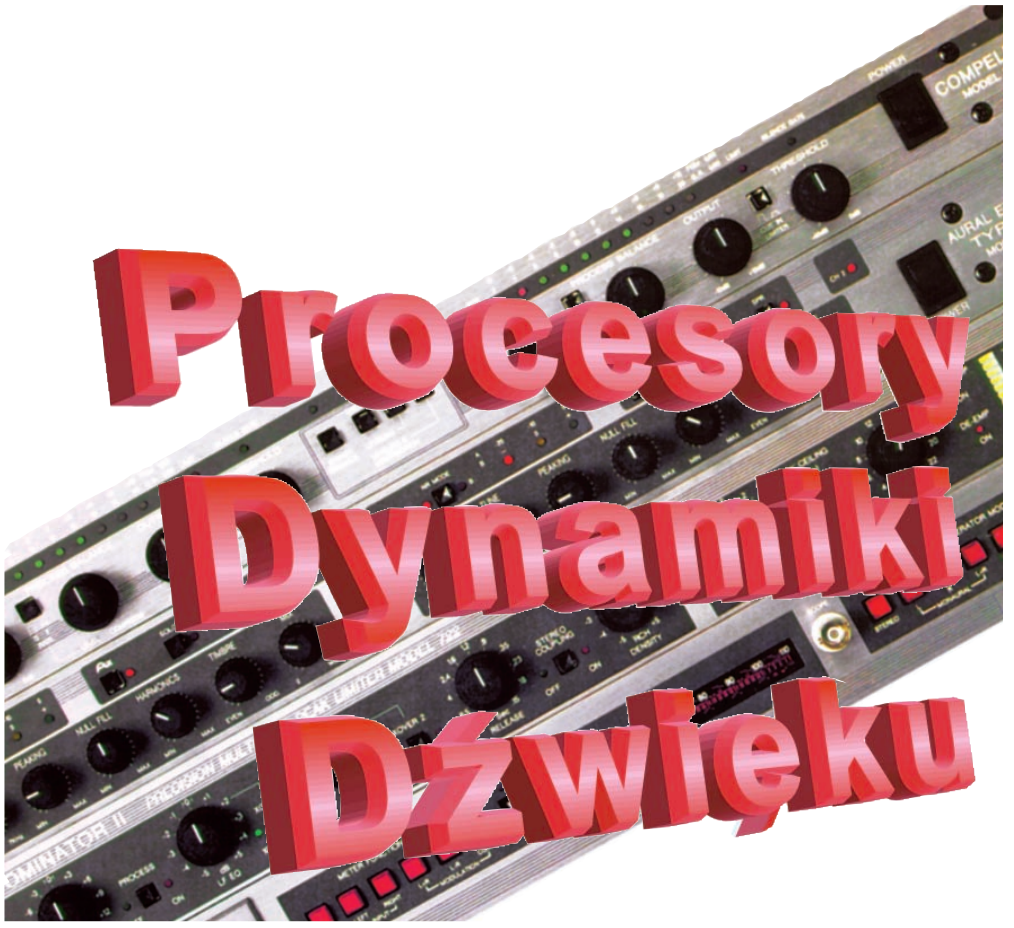
Pół biedy, jeśli w dobrej firmie zamówisz radiator o rezystancji termicznej podanej w firmowym katalogu. Jak cię znam, w większości przypadków nie skorzystasz z tej drogi, tylko będziesz próbował zastosować jakiś posiadany radiator czy kawałek blachy. Jak obliczysz czy zmierzysz rezystancję termiczną takiego radiatora?

To już historia z zupełnie innej bajki – z przyjemnością mogę ci przybliżyć ten temat, jeśli napiszesz do mnie na adres Redakcji. Wtedy poświęcę oddzielny artykuł sprawie doboru radiatorów i przedstawię dodatkowe informacje. Mogę też ci zaproponować budowę prostego przyrządu do pomiaru rezystancji termicznej radiatorów. Czekam na listy w tej sprawie.

A na razie podejdziemy do tego tematu z zupełnie innej strony i podam ci kilka ogólnych wskazówek dotyczących praktycznego doboru radiatora.

Zajmiemy się tym za miesiąc.

Piotr Górecki



Procesory Dynamiki Dźwięku

W pierwszej części artykułu podano podstawowe wiadomości o działaniu kompresora, ekspandora, limitera, bramki szumu i układu ARW.

W drugiej części omówiono elementy o regulowanym wzmocnieniu oraz wymagane właściwości układu sterującego.

Po ogólnym omówieniu charakterystyk należy poświęcić trochę uwagi sposobom realizacji opisanych układów.

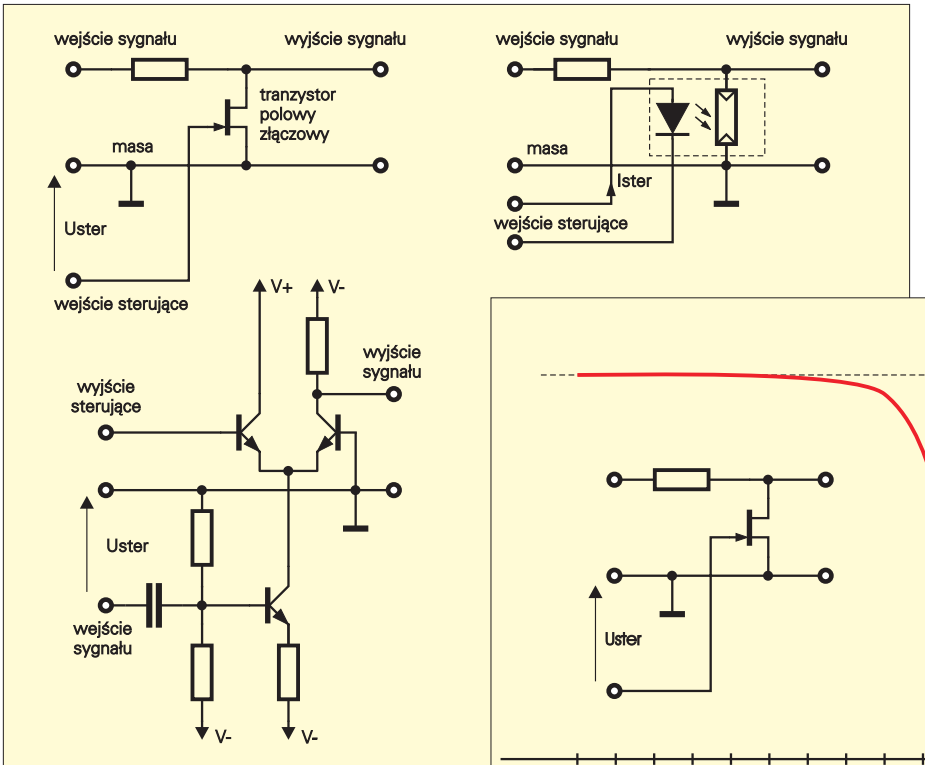
We wszystkich omówionych wcześniej urządzeniach występuje element płynnie regulujący wzmocnienie (a tym samym poziom sygnału) pod wpływem napięcia lub prądu stałego.

Znane są różne rodzaje elementów czy układów o wzmocnieniu regulowanym napięciem czy prądem stałym. Kilka przykładów pokazano na rysunku 16.

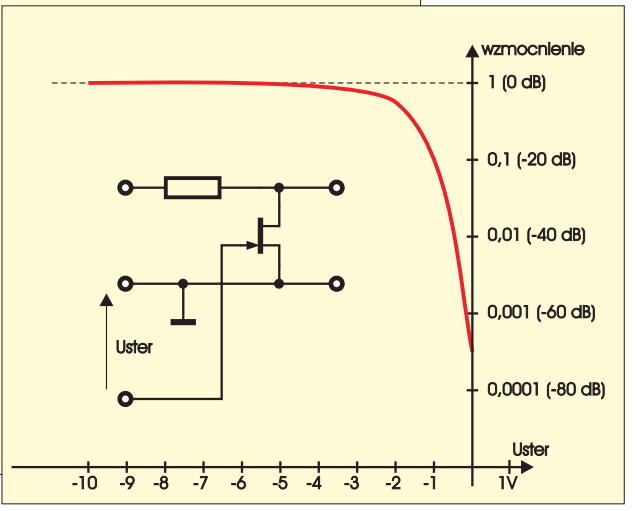
O ile każdy z tych elementów nadaje się do realizacji układu bramki szumu lub prostego obwodu automatycznej regulacji wzmocnienia, o tyle nie każdy element o wzmocnieniu regulowanym napięciem lub prądem nadaje się do realizacji kompresora i ekspandora. W grę wchodzi tu bowiem charakterystyka regulacji.

Problem w tym, jaka jest charakterystyka zmian wzmocnienia w funkcji napięcia (lub prądu) sterującego?

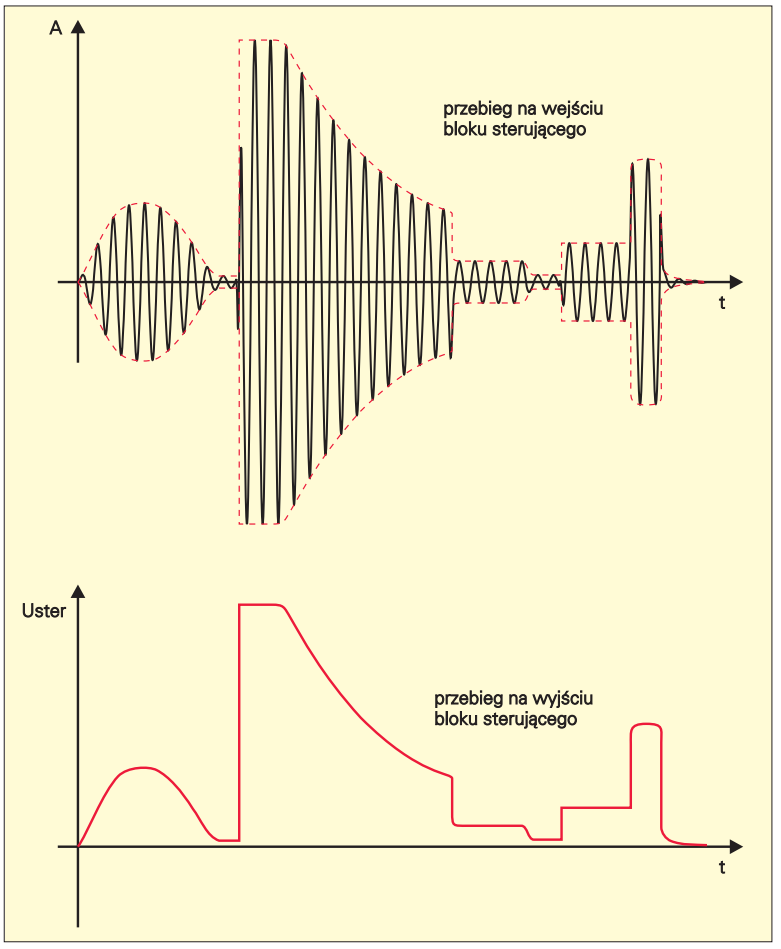
Przykładowo w przypadku tranzystora JFET charakterystyka sterowania jest bardzo nieliniowa – co to znaczy nieliniowa – nie chodzi o to, że tranzystor wprowadza zniekształcenia (przy małych sygnałach zniekształcenia są stosunkowo małe) – chodzi tu o liniowość charakterystyki regulacji. Inaczej mówiąc, jakie zmiany wzmocnienia wywołuje zmiana napięcia na bramce tranzystora? W największym uproszczeniu, przykładowo, dla zmiany napięcia sterującego z 0,1 do 0,6V (czyli o 0,5V) wzmocnienie zmieni się, powiedzmy 100 razy, a dla zmiany napięcia sterującego z 2,5V na 3,0V (czyli też o 0,5V), wzmocnienie zmieni się, powiedzmy tylko 3 razy. Na dodatek w przypadku tranzystorów JFET występuje duży rozrzut parametrów i trzeba indywidualnie dobierać egzemplarze tranzystorów. Rysunek 17 pokazuje zależność wzmocnienia (właściwie tłumienia) od napięcia na bramce pewnego egzemplarza tranzystora polowego dla układu z rysunku 16a. Właśnie ze względu na brak powtarzalności i nieliniowość charakterystyki regulacji, tranzystor JFET nadaje się co najwyżej do realizacji bramki szumu albo prostego układu automatycznej regulacji wzmocnienia. Natomiast do kompresora i ekspandora potrzebne są elementy sterujące o ściśle określonych charakterystykach, mające stałe i powtarzalne parametry. Nie zapewniają tego proste elementy w rodzaju tranzystor JFET czy transoptor z fotorezystorem (rysunek 16b), tylko



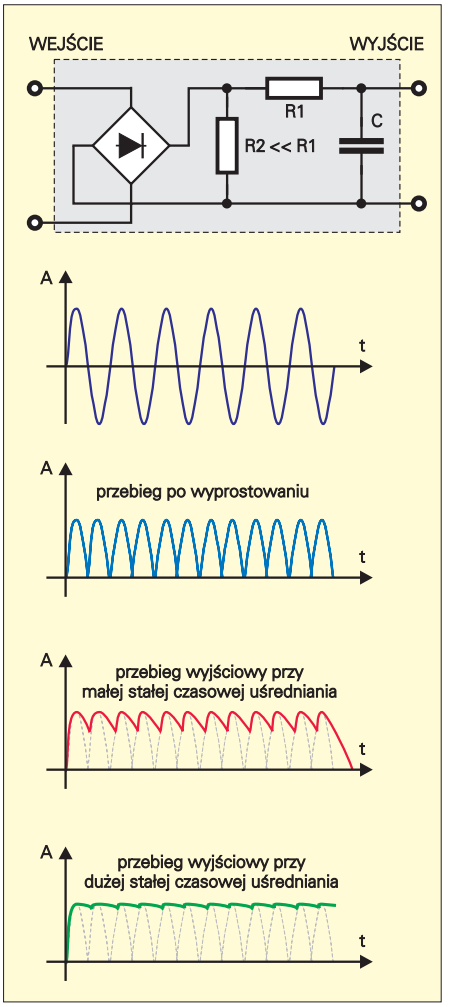
Rys. 16. Sposoby elektronicznej regulacji wzmocnienia



Rys. 17. Zależność wzmocnienia od napięcia sterującego



Rys. 18. Przebiegi w bloku sterującym



Rys. 19. Przykładowa realizacja bloku sterującego

układy zbudowane z (wielu) tranzystorów na ogólnej zasadzie pokazanej na rysunku 16c. W ramach tego artykułu nie będziemy zajmować się szczegółową analizą stosowanych rozwiązań – wystarczy podać, że produkuje się szereg układów scalonych o odpowiednich charakterystykach regulacji.

Dla użytkownika ważne jest, że charakterystyki regulacji takich specjalizowanych układów doskonale nadają się do realizacji kompresorów i ekspandorów, bo wzmocnienie zmienia się tam – powiedzmy – liniowo wraz ze zmianami napięcia czy prądu sterującego.

Ale to nie koniec problemów.

Prostownik i filtry

Zostawiamy na razie na boku pytanie, czym w rzeczywistości różnią się od siebie kompresor, ekspandor, bramka szumu i limiter. Omówimy ważną kwestię, wspólną dla wszystkich tych urządzeń.

Koniecznie trzeba tu przypomnieć podstawową sprawę – na wejście bloku sterującego zawsze podawane są sygnały zmienne, natomiast element regulacji wzmocnienia jest sterowany napięciem (lub prądem) stałym, więc na wyjściu układu sterującego musi występować napięcie lub prąd stały.

Napięcie stałe podawane z bloku sterującego, zmieniające potem wzmocnienie obwodu regulacji, musi być proporcjonalne do poziomu sygnału zmiennego, ale nie do chwilowej amplitudy.

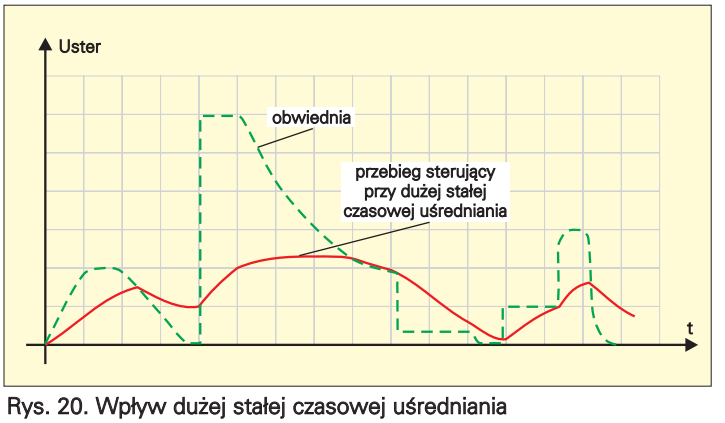
Okazuje się, że przebieg sterujący wzmocnieniem nie będzie wcale przebiegiem stałym w ścisłym tego słowa znaczeniu. Owszem, będzie to napięcie jednokierunkowe, ale jego wartość będzie się zmieniać. Pokazuje to z grubsza **rysunek 18**. Troszkę upraszczając, można powiedzieć, iż kształt sygnału sterującego musi być dokładnie taki jak obwiednia przetwarzanego zmiennego sygnału akustycznego. Jak to uzyskać?

Blok sterujący na pewno musi zawierać prostownik. Ale nie tylko prostownik! Jeśli byłby to tylko prostownik, bez o b w o d ó w uśrednienia (filtracji), to w sygnale wyjściowym pojawiłyby się ogromne zniekształcenia.

Przecież przebieg sterujący moduluje w pewien sposób przebieg akustyczny.

I tu dopiero zaczyna się poważny problem. I właśnie tu leży klucz lepszego lub gorszego działania układów korekcji dynamiki i redukcji szumów. Sprawie tej należy się przyjrzeć z bliska.

Rysunek 19a pokazuje uproszczony schemat prostownika pełnookresowego wraz z obwodem filtracji czyli uśredniania. Na **rysunku 19b** i **19c** przedstawiono przebieg na wejściu i na wyjściu prostownika. Na **rysunku 19d** przebieg na wyjściu filtru, gdy filtr uśredniający



Rys. 20. Wpływ dużej stałej czasowej uśredniania

prostownika ma małą stałą czasową RC, a **19e** – gdy filtr ma dużą stałą czasową RC.

Na pierwszy rzut oka wygląda, że dla uzyskania jak najbardziej „gładkiego" przebiegu sterującego, stała czasowa uśredniania RC powinna mieć dużą wartość. Wtedy przebieg sterujący nie będzie zawierał „ząbków", które wprowadzałyby zniekształcenia. Wszystkie takie „ząbki", czyli zmiany napięcia (prądu) sterującego wprowadzają zniekształcenia, które będą potem słyszalne w głośnikach.

Nie można przy tym zapomnieć, że mamy tu do czynienia z przebiegami akustycznymi. Przebiegi akustyczne mają częstotliwości w zakresie 20Hz...20kHz i żeby uzyskać niewielkie zniekształcenia składowych o małej częstotliwości, stała czasowa uśredniania musi być znacznie większa od okresu najwolniejszego przebiegu (20Hz), czyli od 50ms. W przeciwnym wypadku składowe o niskich częstotliwościach zostaną znacznie zniekształcone. Czy wobec tego zastosowanie filtru o stałej czasowej uśredniania równej 1 czy 5 sekund rozwiąże problem?

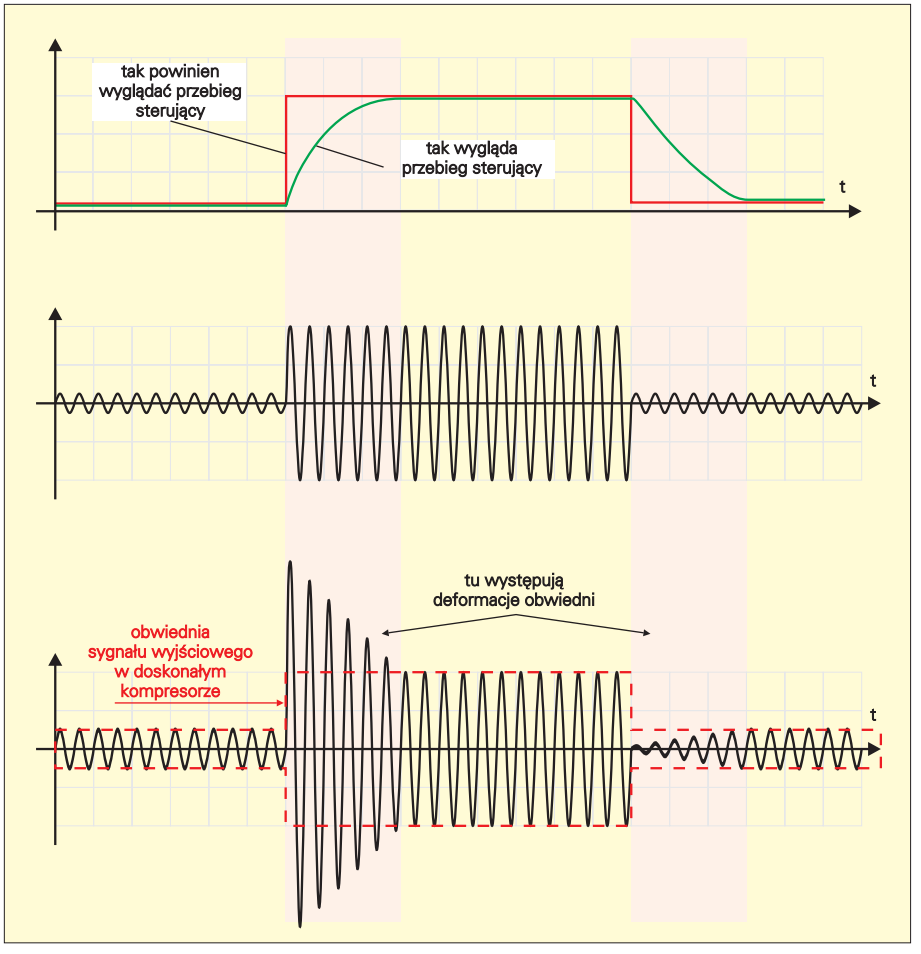
Rozwiąże jeden, ale wywoła drugi. Przebiegi akustyczne zmieniają się bardzo szybko. Składowe pojawiają się i zanikają w czasie rzędu setnych części sekundy – częściowo pokazuje to rysunek 18. Napięcie sterujące powinno więc zmieniać się bardzo szybko – dokładnie według obwiedni sygnału. Tymczasem zastosowanie dużej stałej czasowej uśredniania uniemożliwi szybkie zmiany i na wyjściu bloku sterującego zamiast przebiegu z rysunku 18b, wystąpi przebieg jak na **rysunku 20**.

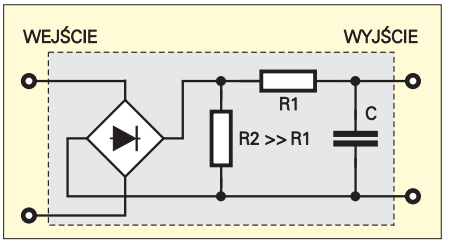
Efekty można zaobserwować na **rysunku 21**, gdzie pokazano przykładowe przebiegu w układzie kompresora.

Gwałtowne pojawienie się dużego sygnału powinno spowodować szybką reakcję w postaci zmniejszenia wzmocnienia układu (zgodnie z obwiednią), ale duża stała czasowa filtru spowoduje opóźnione działanie i pojawienie się „wyskoków" w obwiedni przebiegu wyjściowego, co oznacza niepożądaną deformację dźwięku.

Jak z tego widać, nie ma tu idealnego wyjścia: dla zmniejszenia zniekształceń składowych o niskich częstotliwościach wymagana jest duża stała czasowa, a dla zmniejszenia szkodliwych „wyskoków" przy szybkich zmianach poziomu, stałą czasową należałoby skracać.

Rys. 21. Deformacje sygnału kompresowanego wywołane niedoskonałością filtru uśredniającego





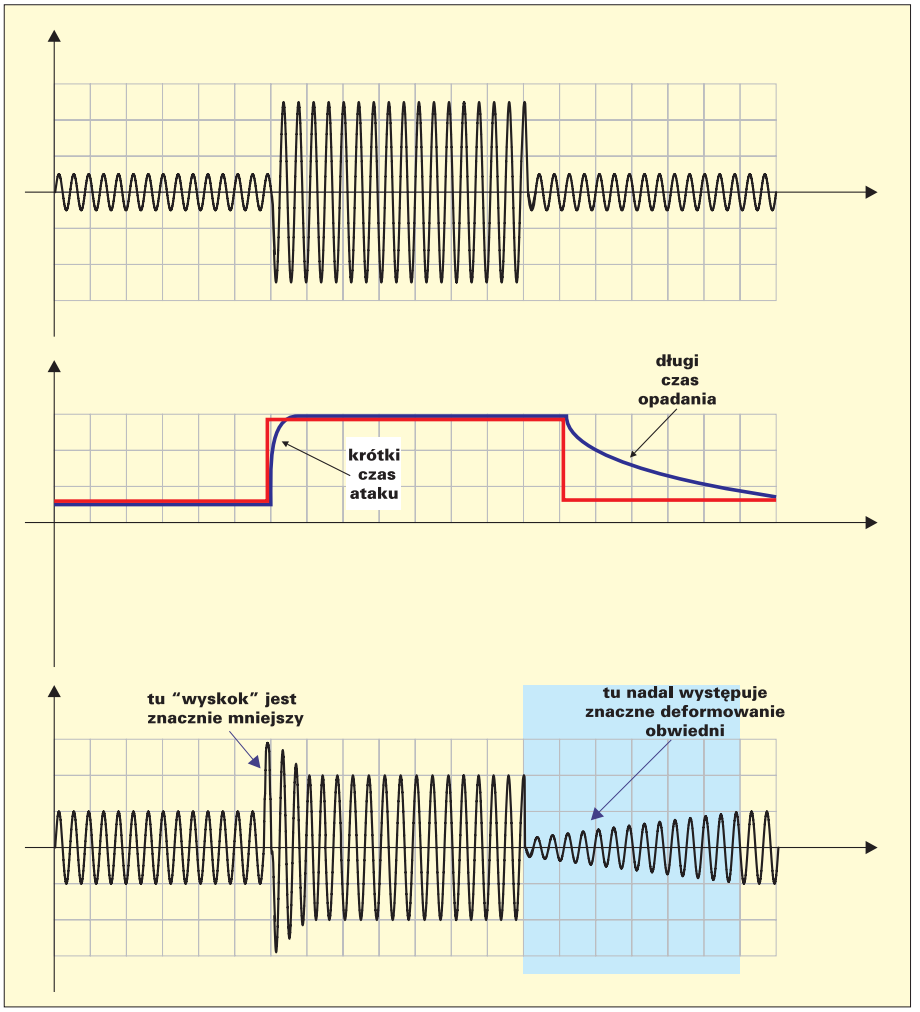
Rys. 22. Prostownik z filtrem o dwóch stałych czasowych

Prostsze kompresory i ekspandory przeznaczone dla telekomunikacji (zakres częstotliwości 300Hz...3,4kHz) zawierają obwód uśredniający RC o dobranej kompromisowo stałej czasowej około 20 milisekund. Takie najprostsze kompromisowe rozwiązanie nie jest jednak możliwe w układach lepszej klasy, gdzie przetwarzane mają być sygnały całego pasma akustycznego, począwszy od 20 czy 40Hz.

Dlatego w praktyce stosuje się najczęściej prostownik z filtrem o niezależnie regulowanych czasach narastania (ang. attack time) i opadania czy zaniku (ang. decay time). Czas narastania sygnału sterującego powinien być możliwie krótki (by zmniejszyć „wyskoki" przy narastaniu sygnału), a czas opadania – długi (by uzyskać małe zniekształcenia niskich częstotliwosci). Przykład prostownika z takim filtrem pokazano na **rysunku 22**. Układ jest dokładnie taki sam, jak na rysunku 19a, ale inne są wartości rezystorów. W układzie z rysunku 22 rezystor R2 ma wartość dużo większą niż R1. W efekcie, gdy pojawia się sygnał wejściowy, kondensator C jest szybko ładowany przez niewielką rezystancję R1 (ze stałą czasową R1C), natomiast gdy sygnał wejściowy zaniknie, kondensator jest rozładowywany przez sumę rezystancji R1+R2, czyli z dużą stałą czasową (R1+R2)C.

Wydawałoby się, że teraz wszystko jest idealnie: czas opadania może powinien być jak najdłuższy, by uzyskać minimalne zniekształcenia. Jest to pogląd błędny, ponieważ długi czas opadania daje o sobie niekorzystnie znać w momencie zmniejszenia się poziomu sygnału. Krótki czas ataku likwiduje „wyskoki" tylko przy szybkim narastaniu poziomu sygnału. Jak widać na **rysunku 23**, duży czas opadania nadal powoduje opóźnioną reakcję po zaniku sygnału, co daje nienaturalne odczucia słuchowe.

Wiadomości te przekonują, że nie ma tu rozwiązania idealnego, i zawsze trzeba pójść na pewien kompromis. Na szczęście w pewnym zakresie omawianych cza-



Rys. 23. Przebiegi w układzie kompresora z filtrem o dwóch stałych czasowych

sów narastania i opadania, nasz zmysł słuchu nie wychwytuje wspomnianych niekorzystnych zjawisk i w efekcie korzyść ze stosowania prezentowanych procesorów dynamiki jest nieporównanie większa, niż wady związane ze nieznacznym zniekształceniem obwiedni oryginalnego sygnału.

Dociekliwi konstruktorzy prawdopodobnie będą się zastanawiać, czy nie ma sposobu, żeby dopracować prostownik, obwody czasowe i jeszcze bardziej zbliżyć się do ideału. W przedstawionych przykładach, żeby nie komplikować zagadnienia, pokazano prosty jednopołówkowy prostownik diodowy. W praktyce oczywiście nie używa się takich niedoskonałych obwodów, tylko powszechnie stosuje dwupołówkowe prostowniki liniowe, które doskonale pracują zarówno przy dużych, jak i bardzo małych sygnałach. W niektórych, najbardziej precyzyjnych procesorach dynamiki wykorzystuje się szczególnego rodzaju prostowniki – przetworniki wartości skutecznej (tzw. true RMS). Chodzi o to, by układ reagował nie na wartość średnią czy szczytową sygnału, tylko na jego wartość skuteczną.

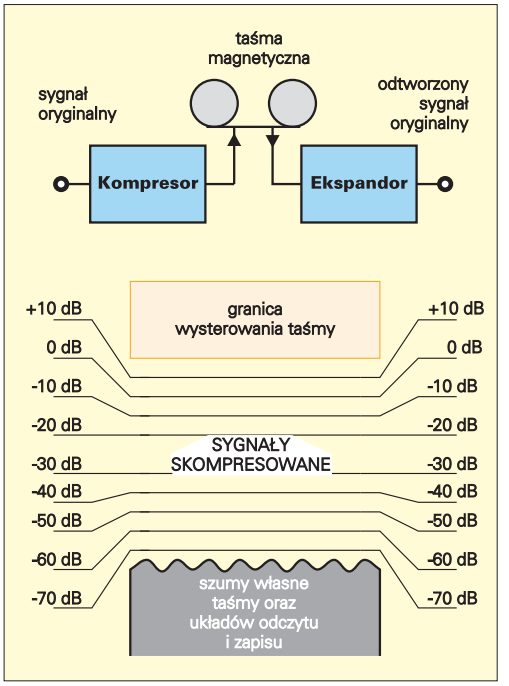
Można też rozpatrywać celowość zastosowania filtrów uśredniających wyposażonych w rodzaj pamięci analogowej czy układy próbkujące z pamięcią (ang. sample&hold). Eksperymenty takie są jak najbardziej możliwe, ale niepomiernie skomplikują układ. W praktyce czegoś takiego się raczej nie spotyka. Takie wyrafinowane sposoby można i warto realizować jedynie w układach cyfrowego przetwarzania sygnałów (DSP). Wtedy nie jest to jednak kwestia rozwiązania układowego, tylko oprogramowania. Temat układów DSP i cyfrowej obróbki dźwięku wykracza jednak daleko poza ramy tego artykułu.

A omawiane analogowe kompresory i ekspandory od lat pracują nie tylko w profesjonalnych studiach nagraniowych. Każdy magnetofon z układem redukcji szumów Dolby B, Dolby C czy dbx także zawiera kompresory i ekspandory. Każdy może się przekonać, że dzięki optymalnemu dobraniu wspomnianych stałych czasowych ataku i opadania zniekształcenia są niezauważalne.

Zrozumienie działania wymienionych systemów redukcji szumów nie powinno sprawić żadnych trudności. Przed nagraniem na taśmę sygnał jest poddawany kompresji, czyli zmniejsza się jego dynamika. Najważniejsze jest to, że najsłabsze sygnały użyteczne po kompresji są znacznie wzmocnione i są na pewno większe, niż szumy własne układu i szumy wnoszone przez taśmę. Po-

Fot. 1. Profesjonalny procesor dynamiki

Rys. 24. Zasada działania komplementarnych systemów redukcji szumów



tem przy odczycie, ten „ściśnięty" sygnał jest „rozciągany" przez ekspandor do pierwotnej postaci. Idea jest doskonała, a jej ograniczeniem są jedynie wspomniane wcześniej kłopoty ze stałymi czasowymi obu bloków sterujących, które powodują jednak pewne niewielkie deformacje sygnału. Rysunek 24 pokazuje uproszczony układ redukcji szumów. W systemie dbx kompresji i ekspansji podlega cały sygnał, natomiast w systemach Dolby B i C, tylko składowe o wyższych częstotliwościach.

W tym miejscu wnikliwi Czytelnicy zapewne zaproponują podzielenie pasma akustycznego (20Hz...20kHz) na kilka części za pomocą filtrów i osobną obróbkę poszczególnych pasm. Wtedy dla każdego pasma można dobrać optymalne stałe czasowe ataku i opadania. Pomysł wręcz doskonały! Dokładnie tak działał profesjonalny system redukcji szumów Dolby A. Nie upowszechnił się on w sprzęcie domowym ze względu na cenę związaną z dużą liczbą filtrów, kompresorów i ekspandorów.

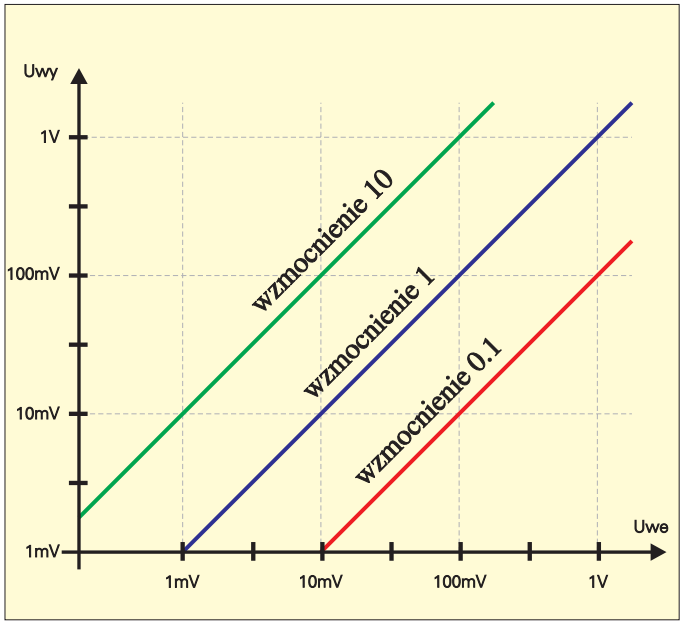
Jednak idea podziału pasma akustycznego na kilka części i ich oddzielna obróbka nie umarła. Do dziś jest stosowana w profesjonalnych procesorach dynamiki. Oczywiście cena takiego kilkupasmowego procesora może ściąć z nóg chętnych dysponujących średnią krajową pensją. Na fotografii 1 pokazano taki profesjonalny procesor dynamiki Combinator Behrenger.

Choć fabryczne układy są drogie, niewielkim kosztem można wykonać praktyczny układ wykorzystujący kostkę NE572. Układ taki jest głównym projektem tego wydania EdW.

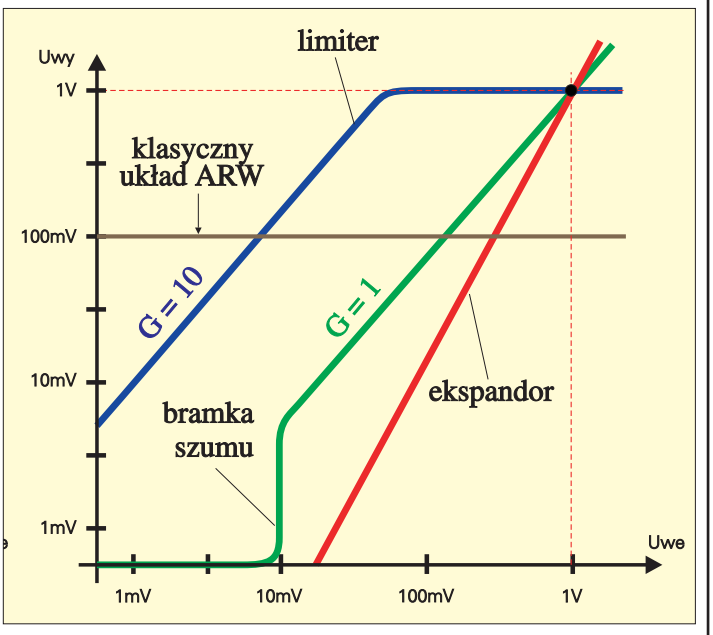
Na końcu artykułu umieszczono kompletne rysunki 14 i 15, których uzupełnienie było tematem konkursu ogłoszonego w poprzednim numerze. Lista nagrodzonych zostanie zamieszczona najprawdopodobniej już w następnym numerze EdW.

Piotr Górecki

Rys. 14. Charakterystyki wzmacniaczy o różnym wzmocnieniu



Rys. 15. Charakterystyki bramki szumu, ekspandora, limitera i układu ARW



Systemy pomiarowe – Oprogramowanie

CZĘŚĆ 2

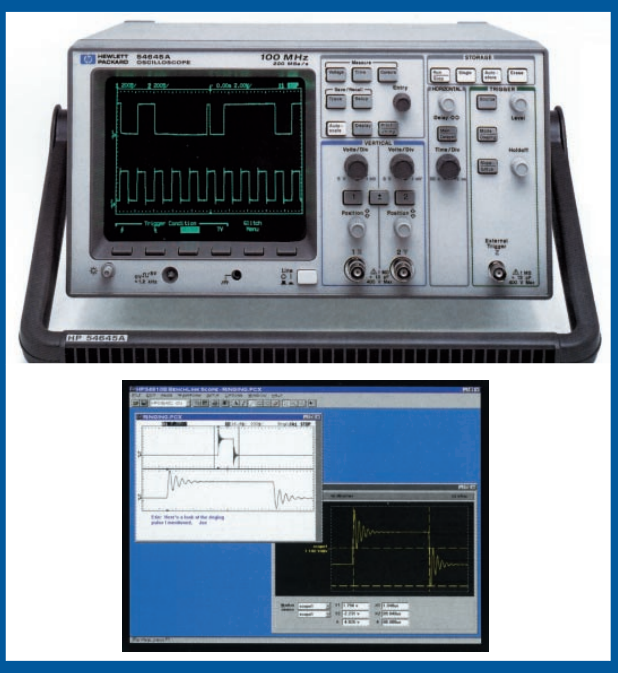
Celem tego artykułu jest pokazanie wszystkim Czytelnikom, także tym, którzy nie mieli nigdy nic do czynienia z programowaniem, ogólnej koncepcji tworzenia i konfigurowania własnych systemów pomiarowych przy użyciu współczesnego sprzętu i dostępnego oprogramowania.

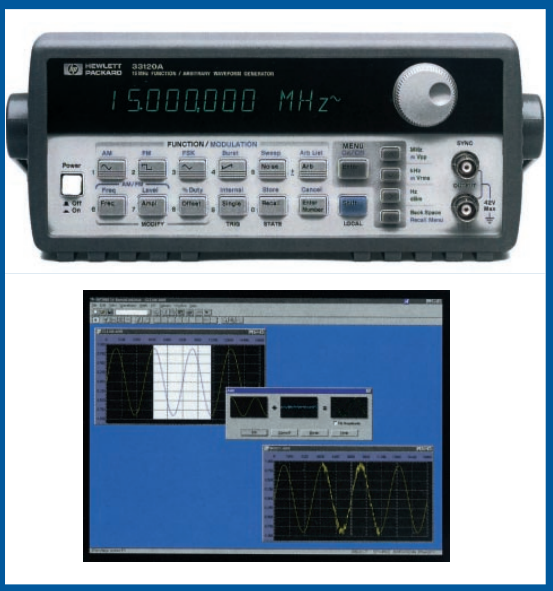
Artykuł ten ma zachęcić wszystkich Czytelników, w tym szczególnie osoby ostrożne, niepewne własnych sił, do zainteresowania się dostępnymi narzędziami programowania. Zagadnienie wcale nie jest tak trudne, jak mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka.

W poprzednim odcinku omówiono różne sposoby przeprowadzania pomiarów z użyciem komputera. Zarówno przy współpracy komputera z „klasycznymi" przyrządami pomiarowymi, wyposażonymi w interfejs GPIB, jak i przy korzystaniu z komputerowych kart rozszerzenia czy modułów standardu VXI, potrzebne jest oprogramowanie, pozwalające zarówno przyjmować, przetwarzać i pokazywać wynik na ekranie, jak i pozwalające sterować przyrządami.

Najprostszym rozwiązaniem byłoby wyposażenie każdego urządzenia i modułu we własne, autonomiczne oprogramowanie. Na **fotografiach 1** i **2** pokazano oscyloskop i generator firmy Hewlett-Packard oraz ekran komputera dołączonego przez szynę GPIB, wykorzystującego dedykowany program HP BenchLink. **Fotografia 3** pokazuje ekran komputera przy korzystaniu z gotowych programów VirtualBench Scope (oscyloskop) i VirtualBench DSA (analizator) firmy National Instruments, współpracujących z praktycznie dowolnymi komputerowymi kartami rozszerzeniowymi (opisanymi przed miesiącem).

Fot. 1.





Fot. 2.

Z całą pewnością marzeniem większości Czytelników EdW jest posiadanie takiego zestawu: karty i pakietu programów umożliwiających zrobienie z tej samej karty: oscyloskopu, analizatora widma, generatora funkcji, programowanego generatora dowolnych przebiegów, czterocyfrowego multimetru bądź wielokanałowego systemu zbierania i obrazowania wolnozmiennych danych (np. temperatury). Dobre fabryczne zestawy tego typu (karta plus oprogramowanie) mają ceny znacznie przekraczające możliwości przeciętnego hobbysty, ale już dla większych i mniejszych firm są jak najbardziej w zasięgu ich możliwości.

Taki sposób ma jednak poważne wady w niektórych zastosowaniach. W praktyce najczęściej nie wykorzystuje się urządzeń czy modułów pojedynczo, tylko tworzą one pewien system, na przykład testujący urządzenia wytwarzane na taśmie produkcyjnej. W takim wypadku obraz na ekranie komputera powinien być dostosowany do konkretnego systemu i konkretnych potrzeb. Trudno sobie wyobrazić, by na ekranie otwartych było kilka okien, i każdemu modułowi czy urządzeniu pomiarowemu odpowiadałoby oddzielne okno. Jeśli pomiary mają wykazać, czy badane urządzenie ma parametry mieszczące się w wyznaczonych granicach, trzeba najpierw zadać warunki pomiaru, a potem sprawdzić, czy wyniki mieszczą się w założonej tolerancji. Moduły systemu muszą tym samym ze sobą współpracować, a nie działać oddzielnie. W jakiś sposób

trzeba skoordynować ich działanie. Na pewno potrzebny okaże się program napisany specjalnie dla danego zastosowania.

Wielu praktyków wyobraża sobie, że napisanie takiego programu jest bardzo trudne, bo trzeba krok po kroku wszystko szczegółowo opisać. Przed laty trzeba było dużej wiedzy, by napisać stosowne oprogramowanie, a sposób zadawania parametrów i wyświetlania wyników zazwyczaj pozostawiał sporo do życzenia.

Obecnie sprawa jest nieporównanie łatwiejsza. Istnieją odpowiednie narzędzia, które w stosunkowo prosty sposób pozwalają stworzyć stosowny program.

Wielu praktyków uważa napisanie jakiegokolwiek programu za bardzo trudną sztukę. Kiedyś tak było, bo programista cały program mozolnie wstukiwał do komputera linijka po linijce i musiał dobrze znać działanie wszystkich części programu. Teraz jest zupełnie inaczej. Współczesne programy są budowane jakby z gotowych klocków.

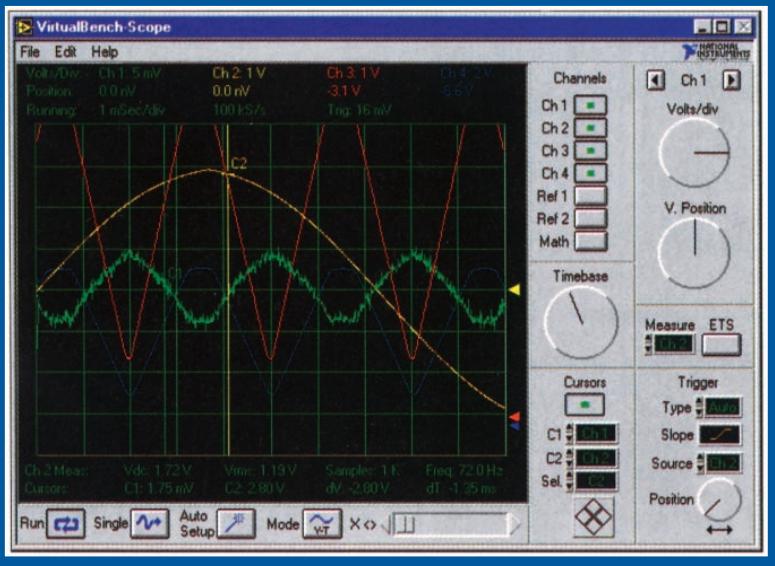
Klocki

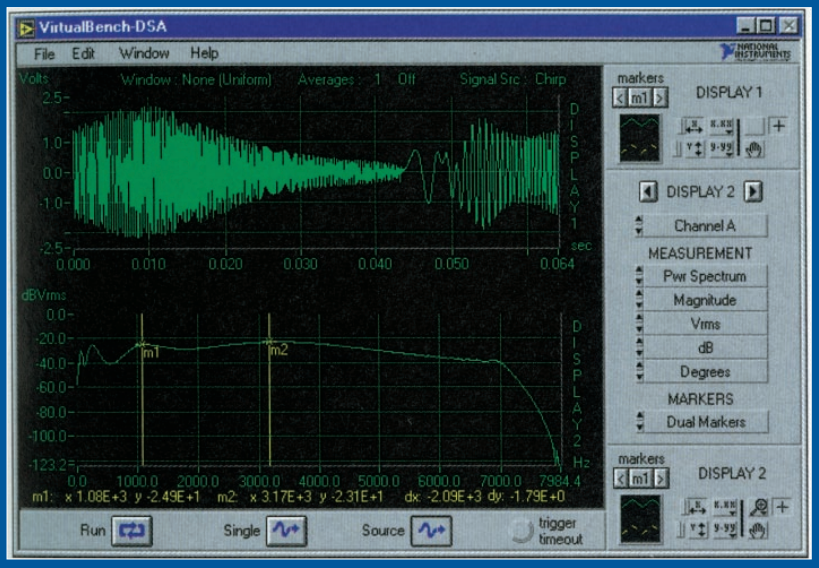
Napisanie programu użytecznego, ładnie prezentującego się na ekranie, wymaga użycia kilku „klocków". Przede wszystkim należy zaprojektować, co ma być widoczne na ekranie: napisy, przyciski, okna dialogowe, wykresy i tym podobne. To jest pierwszy duży klocek, składający się na program. Ten temat zostanie omówiony szerzej w dalszej części artykułu.

Drugi klocek to główna część całego programu – zapisanie rozkazów sterujących. Ten klocek odpowiedzialny będzie zarówno za ustawienie częstotliwości sterowanych generatorów, napięć zasilaczy, za odpowiednie skonfigurowanie mierników, oscyloskopu, itp. na podstawie informacji wprowadzonych przez użytkownika. Ten klocek przyjmie też dane (wyniki pomiarów) od mierników, oscyloskopu, itp., i zobrazuje je na ekranie.

Następnym klockiem czy klockami będą sterowniki poszczególnych urządzeń. Dopiero tu widać zalety „konstrukcji z klocków". Sterowniki czy inaczej drajwery, to programiki odpowiedzialne za kontakt właściwego programu z poszczególnymi urządzeniami. Można sobie wyobrazić, że sterowniki to czarne skrzynki mające wejścia i wyjścia z dwóch stron. Przykładowo od strony „klocka z rozkazami sterującymi" do sterownika podawane są dane (liczby) ustalające częstotliwość generatora, napięcie programowanego zasilacza, czy nastawy oscyloskopu. Sterownik tłumaczy te dane w sobie tylko znany sposób na postać zrozumiałą dla współpracujących urządzeń: przyrządów z interfejsem GPIB, kart rozszerzenia czy urządzeń VXI. Tak samo sterownik przetłumaczy w drugą stronę dane uzyskane z przyrządu (oscyloskopu, częstościomierza czy analizatora) na postać strawną dla programu głównego.

Najważniejsze jest to, że użytkownik wcale nie musi znać szczegółów działania sterowników i sposobu przesyłania danych do urządzenia. Sterowniki są dostarczane przez producenta przyrządu. Ułatwienie polega na ujednoliceniu i uproszczeniu.





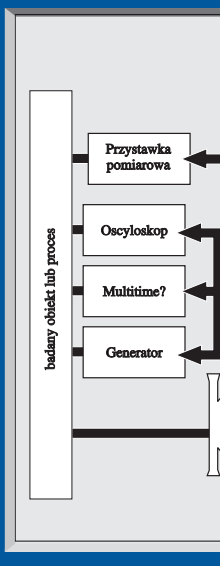
Fot. 3.

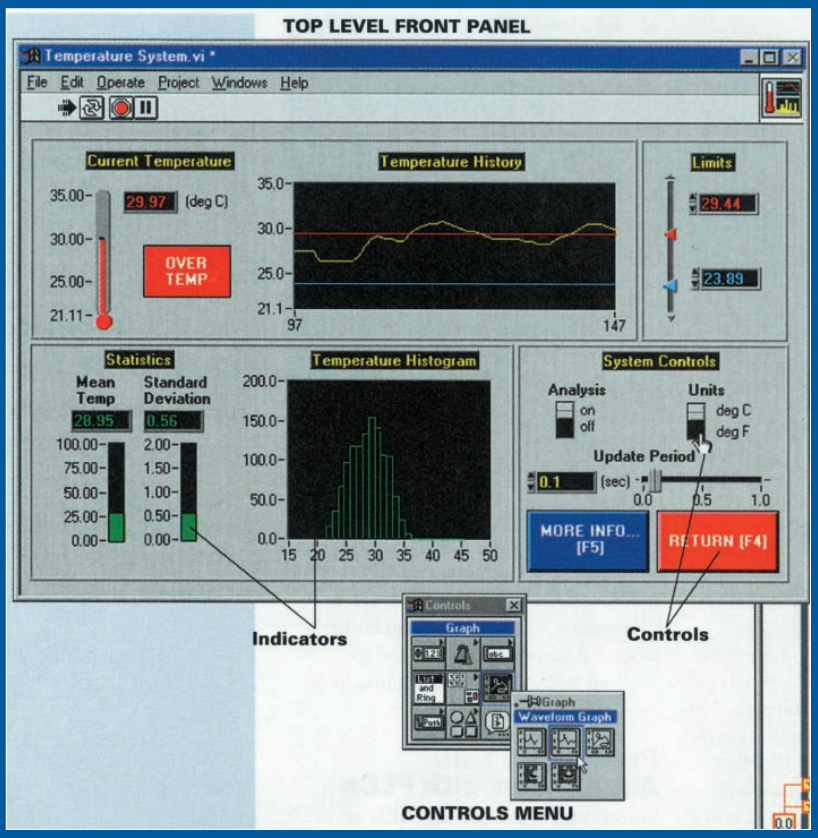
Użytkownik powinien tylko znać sposób zadania parametrów urządzeń i odebrania zmierzonych wyników. Nie jest to wcale trudne – producenci zadbali, by nie sprawiało to trudności nawet przeciętnemu użytkownikowi. Osoby, które zetkną się z tą sprawą w praktyce, szybko przekonają się, jak to jest realizowane.

W tym artykule nie będą omawiane szczegóły. Celem tego artykułu jest jedynie pokazanie ogólnego obrazu sytuacji i zachęcenie Czytelników EdW do bliższego zainteresowania się tym tematem i narzędziami do programowania, w szczególności pakietem Visual Basic.

W wielu wypadkach oprogramowanie składać się będzie z opisanych trzech zasadniczych, dużych klocków. Niekiedy jednak dane otrzymane z przyrządów pomiarowych trzeba będzie dodatkowo przetworzyć, a dopiero potem zobrazować. Dawniej trzeba byłoby napisać obszerne fragmenty programu, realizujące taką obróbkę matematyczną. Dziś nie jest to konieczne, bo do dyspozycji stoją rozmaite gotowe klocki, służące jedynie do przeprowadzania specyficznych operacji matematycznych. Wystarczy dołączyć kolejne klocki realizujące określone operacje matematyczne i nie martwić się o szczegóły. Nie trzeba wcale znać się na wy-

Rys. 1. Schemat mo





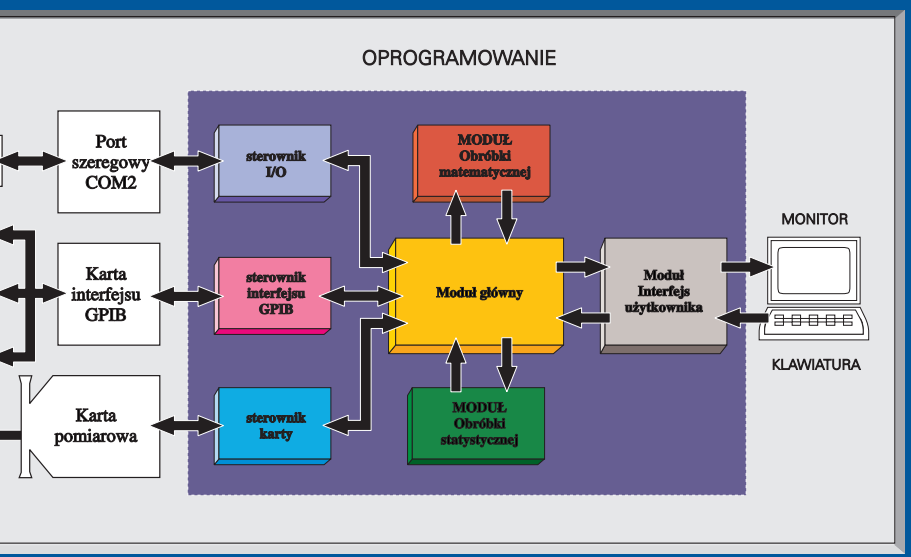
Fot. 4.

ższej matematyce, trzeba tylko wiedzieć, jak „włożyć" do klocka informacje i jak odebrać z niego wynik obliczeń.

Rysunek 1 pokazuje schemat blokowy rozbudowanego systemu sterowania, zrealizowany przy użyciu rozmaitych modułów-klocków. Są to zarówno klocki sprzętowe, jak i programowe.

Rysunek 1 powinien przekonać, że cała sprawa nie jest wcale trudna, jak mogłoby się wydawać. Do napisania własnego programu wcale nie jest potrzebna bardzo głęboka wiedza o wszystkich szczegółach. Wystarczy trochę znajomości narzędzi do programowania (o tym za chwilę). Trzeba natomiast dobrze rozumieć całą koncepcję i korzystać z dostępnych gotowych „klocków".

modułowego systemu sterowania



Czytelnicy, którzy mieli już jakąś styczność z programowaniem z pewnością zauważyli, że wykorzystuje się tu programowanie obiektowe, a wspomniane „klocki" to nic innego jak biblioteki dołączane dynamicznie (DLL) i kontrolki Active X. Programowanie obiektowe, biblioteki DLL, kontrolki Active X to sformułowania, które z pewnością przeraziłyby początkujących i zniechęciły skutecznie do jakichkolwiek prób. Tymczasem nie jest to wcale trudne. To naprawdę jest budowanie programu z gotowych mniejszych i większych klocków. Klocki te są w sumie łatwe do użycia, a najwięcej strachu wywołują niezrozumiałe nazwy.

Nie znaczy to wcale, że do zaprogramowania sytemu pomiarowego powinien się zabierać zupełny laik. Na pewno potrzebna jest pewna ilość wiedzy (którą można zdobywać stopniowo), a co najważniejsze, niezbędny jest giętki i otwarty umysł, który obejmie całe zagadnienie i nie zagubi się w szczegółach.

Do dyspozycji są dwie główne drogi: jedna to wykorzystanie gotowych specjalistycznych programów narzędziowych, przeznaczonych tylko do takich celów. Druga droga to wykorzystanie popularnych języków programowania, takich jak C++, Delphi czy Visual Basic czy nawet programu Excel, w połączeniu ze specjalizowanymi „klockami pomiarowymi".

LabView

Fotografia 4 pokazuje widok „płyty czołowej" zaprojektowanego według potrzeb wirtualnego przyrządu. Jest to widok ekranu komputera. Projektant umieścił na pulpicie wirtualne przyciski i przełączniki (controls) i wskaźniki (indicators). Nie musiał pisać żadnego kodu – za pomocą myszki wybrał z menu potrzebne elementy i umieścił na projektowanym pulpicie. Potem zaprogramował przepływ informacji. Znów nie musiał pisać kodu, tylko na innym arkuszu narysował diagram przepływu informacji. Wykorzystał gotowe sterowniki urządzeń i inne gotowe „klocki" zawarte w bibliotekach.

Tak mniej więcej wygląda programowanie „na miarę" wirtualnego przyrządu pomiarowego, który ma płytę czołową jedynie na ekranie komputera, za pomocą programu LabVIEW firmy National Instruments.

Program LabVIEW na już dość długą historię (od 1983 roku). Jest obecnie samodzielnym potężnym narzędziem projektowym (pełna wersja kosztuje ponad 5000 dolarów).

Firma National Instruments ma również w swej ofercie inne pakiety, które przeznaczone są do wykorzystania z językami programowania C/C++ oraz Visual Basic i Delphi.

LabWindows/CVI Component Works

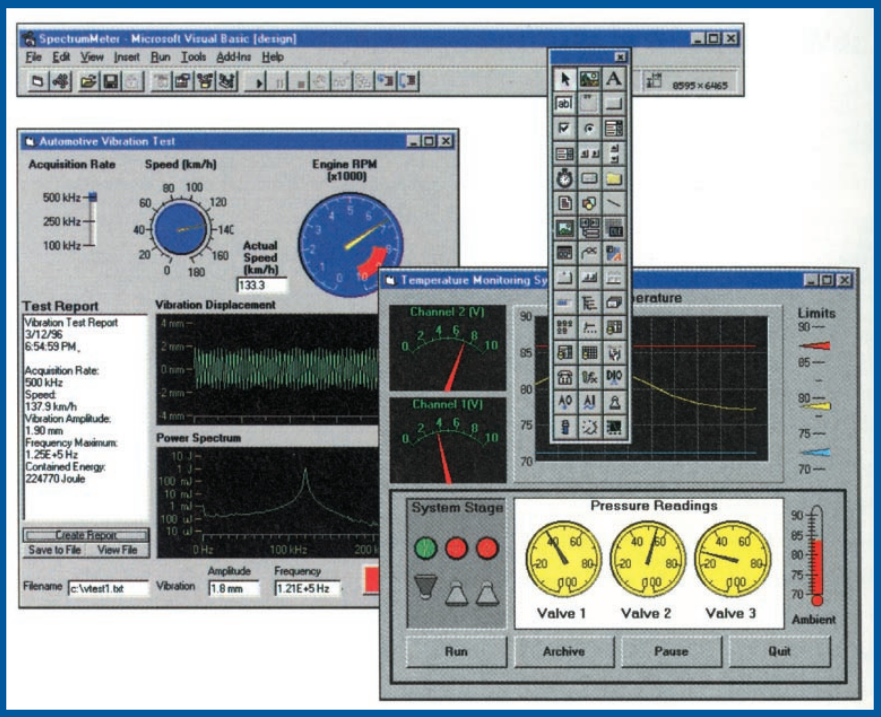
LabWindows/CVI – zintegrowane środowisko projektowania w języku C, zawierające 32-bitowy kompilator, linker, debugger, edytor kodu i edytor interfejsu użytkownika również przeznaczone jest do budowania wirtualnych przyrządów i systemów. Zawiera szereg dodatkowych narzędzi ułatwiających projektowanie.

Jako produkt wyjściowy otrzymuje się albo gotowy do użycia (szybki) program wykonywalny (typu .exe), albo bibliotekę DLL, która może być wykorzystana przez inne programy.

Pakiet Component Works przeznaczony jest dla osób wykorzystujących Visual Basic lub Delphi. Pakiet znakomicie ułatwia projektowanie typowych dla przyrządów pomiarowych interfejsów użytkownika (wirtualnych płyt czołowych), zawierając gotowe kontrolki takie jak wirtualne przełączniki, potencjometry, mierniki wskazówkowe, cyfrowe, i różne pola odczytowe. Zawiera także „klocki" do analizy matematycznej oraz sterowniki (drajwery) urządzeń.

Fotografia 5 pokazuje, jakie wirtualne przyrządy można budować korzystając z programu Visual Basic i Component Works.

Czytelnicy EdW powinni zwrócić szczególną uwagę na pakiet Component Works, który w wersji demonstracyjnej jest dostępny bezpłatnie w firmie National Instruments albo przez Internet, albo na reklamowych firmowych CD-ROMach. Do wykorzystania pakietu potrzebny jest także zainstalowany w komputerze Visual Basic w wersji nie niższej niż 4.0.



Fot. 5.

Wszyscy zainteresowani tematem powinni zajrzeć na internetową stronę firmy National Instruments (www.natinst.com), skąd też można ściągnąć testowe wersje pakietów Component Works i innych (www.natinst.com/ evalsw). Bliższe informacje na temat opisywanego sprzętu i oprogramowania firmy National Instruments dostępne są też u krajowego przedstawiciela – firmy JANBIT (01-926 Warszawa 118, skr. poczt. 46, tel. 0-22 6697944). Uczelnie i szkoły mogą nabyć oprogramowanie i sprzęt firmy National Instruments na preferencyjnych zasadach.

Informacje na temat wyrobów firmy Hewlett-Packard można uzyskać u krajowego przedstawiciela – firmy MALCOM (ul. Bodycha 18, 02-495 Warszawa tel/fax (0-22) 723-00-66, e-mail: mdirect@malkom.pl.).

Zakończenie

Po przeczytaniu poprzedniego i niniejszego artykułu, wielu Czytelników na pewno zachwyciło się możliwościami modułowych systemów pomiarowych i koniecznie chciałoby wejść w posiadanie odpowiedniego oprogramowania i sprzętu. Rozwój rynku przyrządów pomiarowych niedwuznacznie wskazuje, że opisane modułowe systemy będą mieć w przyszłości ogromne znaczenie. Choćby dlatego warto już teraz poznać bliżej to zagadnienie.

Przykłady pokazane w artykule opierają się na gotowych, fabrycznych „klockach", zarówno modułach sprzętowych, jak i programowych. Jedne i drugie są bardzo dobre, ale jednocześnie dość drogie. Ich ceny są w zasięgu nawet niewielkich firm, szkół i uczelni, ale na pewno przekraczają możliwości ogromnej większości hobbystów. Co pozostaje hobbystom?

Samodzielne zaprojektowanie i wykonanie karty rozszerzeniowej komputera, czy przystawki z przetwornikami A/D i D/A leży w zasięgu bardziej zaawansowanych hobbystów. Może taki sprzęt nie będzie miał takiej dokładności i stabilności jak dobre urządzenia fabryczne, ale w pracowni hobbysty spełni swą rolę. Można spróbować wykorzystać kartę lub przystawkę opisaną w dostępnej literaturze.

Drugim problemem jest oprogramowanie. Niniejszy artykuł powinien zachęcić wielu Czytelników EdW do zainteresowania się możliwościami takich języków programowania, w szczególności Visual Basic. Pakiet Visual Basic to bardzo wygodne, bardzo łatwe w użyciu i niedrogie narzędzie projektowe o bardzo dużych możliwościach. Opanowanie projektowania w oparciu o Visual Basic jest dość proste, a ogromne rozszerzenie możliwości uzyskuje się przez zastosowanie gotowych „klocków", czyli dodatkowych kontrolek .OCX i procedur zawartych w bibliotekach .DLL.

Żeby „wgryźć" się w ten temat, trzeba najpierw opanować podstawy Visual Basica, a następnie napisać, albo lepiej zdobyć, odpowiednie „klocki" (specjalizowane kontrolki .OCX i biblioteki .DLL) i kupić lub wykonać sprzęt (kartę lub przystawkę dołączaną do komputera przez jeden z portów).

Redakcja EdW będzie nadal poświęcać dużo uwagi Visual Basicowi i jego wykorzystaniu w elektronice. Jednocześnie Redakcja zwraca się z prośbą o kontakt do wszystkich osób (hobbystów i profesjonalistów), które wykorzystują Visual Basica w zastosowaniach elektronicznych. Osoby takie będą mogły wystąpić w roli Autorów i zaprezentować swoje doświadczenia w artykułach publikowanych w EdW.

(red)

FORUM CZYTELNIKÓW

Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.
Zasady są następujące:
- **publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);**
- **oprócz tekstu i rysunków, prosimy przysłać działający model lub jego fotografie (model odeślemy);**
- **publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany „Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);**
- **nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EdW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli „Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.**

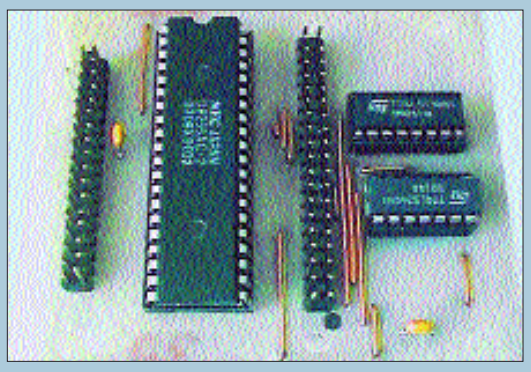
Prosimy też o załączenie do projektu fotografii paszportowej i kilku zdań życiorysu.
Prosimy nie przysyłać opisów urządzeń, które powstały tylko na papierze, a nie zostały zrealizowane w praktyce. Znamy się trochę na elektronice i wiemy, że większość takich układów nie będzie działać. Stąd nasza prośba o model lub przynajmniej fotografię modelu.

Port multi-IO

Nazywam się Ireneusz Czerniak, mam 34 lata, studiuję elektrotechnikę na Politechnice Radomskiej. Interesują mnie zastosowania techniki komputerowej w sterowaniu i komunikacji. Pozdrawiam wszystkich Czytelników i Redakcję EdW.

Chciałbym zaprezentować projekt modułu „karty Multi I/O" do mikrokomputera AVT2250. Do jego opracowania skłoniła mnie potrzeba posiadania większej liczby wejść/wyjść niż oferowane przez Port1. W projekcie wykorzystano wielokrotnie już opisywany w czasopismach poświęconych elektronice i technice cyfrowej układ scalony 8255 oraz dwie typowe kostki TTL : 74LS138 i 74LS260.

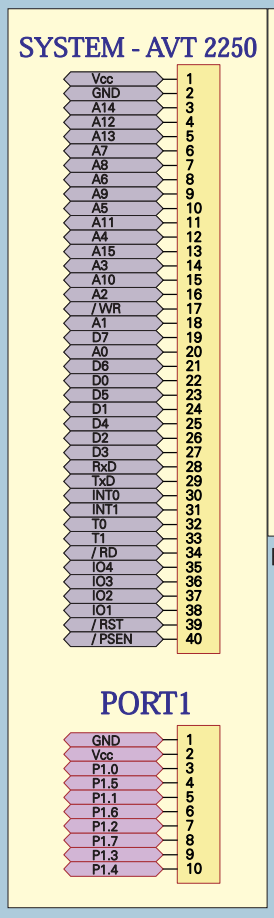
Fot. 1.



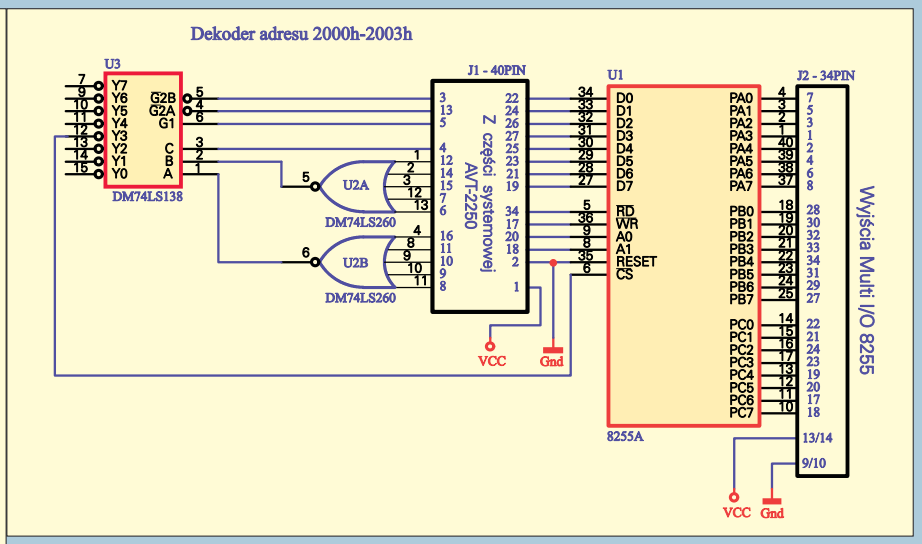
Na początku jednak chciałbym opisać, owiane mgłą tajemnicy, złącze systemowe naszego minikomputerka – wszystkie sygnały występujące na tym złączu, wraz z numeracją odpowiadających im pinów pokazuje rysunek 1. Opis ten jest wynikiem „badań empirycznych" – co nie oznacza, że nie jest zgodny z prawdą – wykorzystuję go od dawna i nie było żadnych kłopotów z nieprawidłowym adresowaniem, na tym samym rysunku podano też numerację wyjść Portu1.

Sam moduł I/O (rysunek 2) składa się z dwóch części : dekodera adresów 2000h-2003h oraz właściwego układu I/O. Taki obszar adresowy wykorzystałem z tego powodu, że nie przewiduję pracy układu jednocześnie z zewnętrzną pamięcią RAM, a nie chciałem zabierać (co prawda tylko czterech) komórek z obszaru 8000h-FFFFh. Ponieważ w przy-

szłości planuję sterowanie różnych układów przy wykorzystaniu AVT2250, zastosowałem więc tzw. dekodowanie pełne adresów poszczególnych części układu 8255. Analizując schemat ideowy mikrokomputerka zauważyłem, że adres 2000h jest dostępny na przełączniku ROM 2000h/-0000h, jednak właśnie z powodu niepełnego dekodowania adresu postanowiłem wykorzystać dodatkowy dekoder. Wykrywa on jednoznacznie odpowiednią kombinację sygnałów na złączu systemowym, co zabezpiecza przed trudnymi do określenia stanami na wejściach bądź wyjściach układu 8255.



Rys. 1.



Rys. 2.

Ponieważ „kość" 8255 była już wielokrotnie opisywana w literaturze nie będę szczegółowo wyjaśniał jej budowy – podam tylko odpowiednie adresy i sposoby wprowadzania/wyprowadzania danych. Układ posiada trzy ośmiobitowe porty, które mogą być programowo ustawiane jako wyjścia/wejścia. Zwyczajowo są one opisywane jako PortA (PA), PortB (PB), PortC (PC). Do kontroli przepływu informacji procesor-porty wykorzystywany jest tzw. rejestr sterujacy (RS).

W opisywanym module adresy poszczególnych portów są następujące (jest to listing pliku io.inc, który należy dołączyć do pisanych przez siebie programów za pomocą dyrektywy INCLUDE IO.INC, bądź dołączyć je do listingu const.inc) :

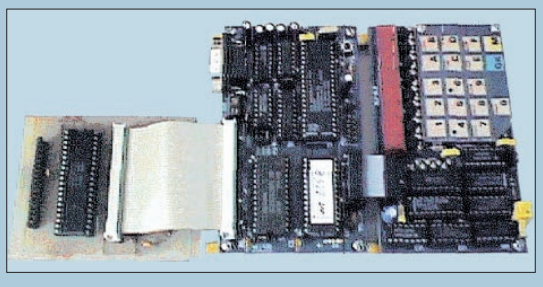
```
;
; Definicje dla  '8255 interface'
;
_PA  equ     2000h
_PB  equ     2001h
_PC  equ     2002h
_RS  equ     2003h

Zapis do portów ustawionych jako wyjściowe odbywa się z poziomu
asemblera następującą sekwencją rozkazów :

mov  A,#dana ;wpisz daną do akumulatora
mov  DPTR,#_PA      ;ustaw się na adres portu (tutaj PA)
movx @DPTR,A ;przepisz Acc do PA

Odczyt z portów ustawionych jako wejścia odbywa się następująco:

mov  DPTR,#_PC      ;ustaw się na adres portu (tutaj PC)
movx A,@DPTR ;przepisz zawartość PC do Acc

Format słowa wpisywanego do RS jest następujący:
Bity 7 6 5 4 3 2 1 0
     | | | | | | | |- PortC (bity 0-3) 1=wejście, 0=wyjście
     | | | | | | | |-- PortB 1=wejście, 0=wyjście
     | | | | | | |---- Tryb praracy (w naszym przypadku zawsze równy 0)
     | | | | |-------- PortC (bi(bity 4-7) 1=wejście, 0=wyjście
     | | | |---------- Por PortA 1=wejście, 0=wyjście
     | | |------------ Tryb prab pracy (w naszym przypadku zawsze równy 0)
     | |-------------- Tryb prayb pracy (w naszym przypadku zawsze równy 0)
     |---------------- Typ da Typ danej (1=ustaw konfigurację, 0=ustaw PortC)

Przykładowo ustawienie PA jako wyjścia a PB i PC jako wejść wygląda następująco:

mov  A,#10001011b   ;wpisz daną do akumulatora
mov  DPTR,#_RS      ;ustaw się na adres portu (tutaj RS)
movx @DPTR,A ;przepisz Acc do RS

Programowanie poszczególnych bitów PC ustawionego jako wyjście odbywa się nastepująco :
```

```
mov  A,#dana        ;wpisz daną do akumulatora
mov  DPTR,#_RS      ;(tutaj zawsze RS)
movx @DPTR,A        ;przepisz Acc do PA,

gdzie dana ma następujący format :

Bity 7  6  5  4  3  2  1  0
     |  |  |  |  |  |  |  |- 0=zeruj bit, 1=ustaw bit
     |  |  |  |  |  |  |-- biity 1-3 ustalają, który bit PC ustawić/wyzerować
     |  |  |  |  |  |---- 000=bit nr 0 0 PC, 001=bit nr 1,..,111=bit nr 7
     |  |  |  |  |------- --
     |  |  |  |---------- bez zna znaczenie np.0
     |  |  |------------- bez znaz znaczenie np.0
     |  |---------------- bez znaez znaczenie np.0
     |------------------- w----- w tym przypadku zawsze równy 0

pamiętać należy jedynie, że w tym przypadku daną wysyłamy bezpośrednio do RS.
Przykład : ustawić bit 4 PC (tzn. PC:=xxx1xxxx):

mov  A,#00001001b   ;wpisz daną do akumulatora
mov  DPTR,#_RS      ;(tutaj zawsze RS)
movx @DPTR,A        ;przepisz Acc do RS.
```

Ta właściwość portu PC jest bardzo przydatna w szeroko pojętym sterowaniu. Do wykonania płytki drukowanej wykorzystałem folię TES300+ z ogłoszeń w EdW. Wyjścia poszczególnych portów dostępne są na złączu J2, gdzie doprowadzono też zasilanie +5V (widok gotowej płytki przedstawia **fotografia 1**). Po zmontowaniu modułu łączy się go krótkim odcinkiem typowego przewodu taśmowego 40-żyłowego z AVT2250 (**fotografia 2**). Przykładowy program testujący wygląda następująco:

```
CPU         '8052.DEF'
INCLUDE     CONST.INC
INCLUDE     BIOS.INC
INCLUDE     IO.INC

     org    8000h

init:       mov    A,#10000000b   ;wszystkie porty jako wyjściowe
     mov    DPTR,#_RS
     movx   @DPTR,A
send1:      mov    A,#01h
     lcall  send
     lcall  opozn
send0:      mov    A,#00h
     lcall  send
     lcall  opozn

     sjmp   send1                  ;i tak w koło, klawisz M - powrót do Monitora
send:       mov    DPTR,#_PA
     movx   @DPTR,A                ;wyslij 1 do PA
     mov    DPTR,#_PB
     movx   @DPTR,A                ;wyslij 1 do PB
     mov    DPTR,#_PC
     movx   @DPTR,A                ;wyslij 1 do PC
     ret

opozn:
     push   A
     mov    A,#FFh
     lcall  DELAY
     pop    A
     ret

     END

ustawia on wszystkie porty jako wyjścia i cyklicznie zmienia na ich bitach nr 0 stan 0/1,
co można sprawdzić woltomierzem bądź analizatorem stanów logicznych.
```

Fot. 2.



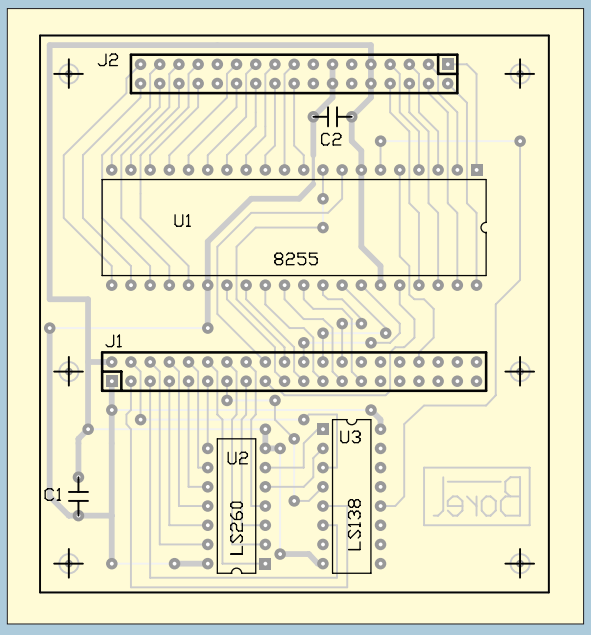
Ewentualnym wykonawcom modułu życzę miłego sterowania. Wiele ciekawych zastosowań układu 8255 można znaleźć w książce Wolfganga Linka pt. „Jak mierzyć, sterować i regulować za pomocą Basicu?”,(tytuł jest mylący ;-)).

Ewentualne zapytania i uwagi proszę przesyłać na:

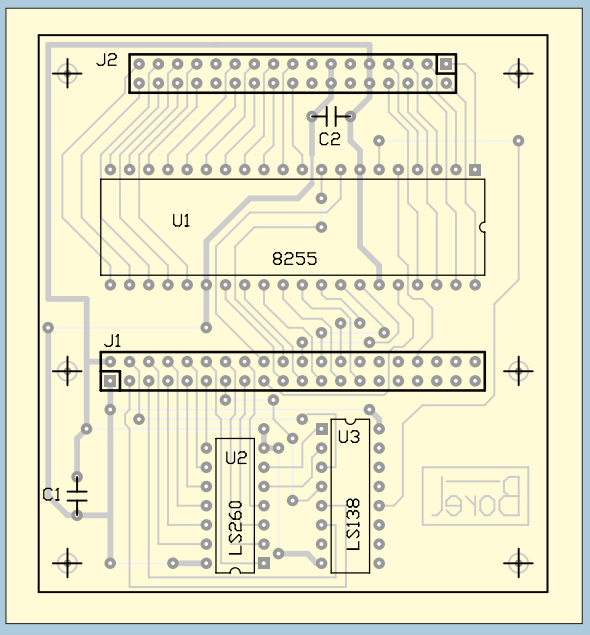
borel@free.polbox.pl .

Ireneusz Czerniak

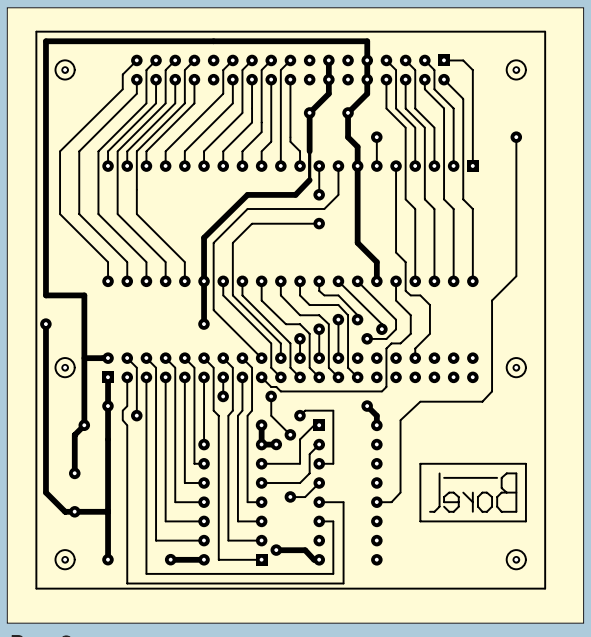
Uwaga! *Projekt płytki drukowanej znajduje się na wkładce w środku numeru.*



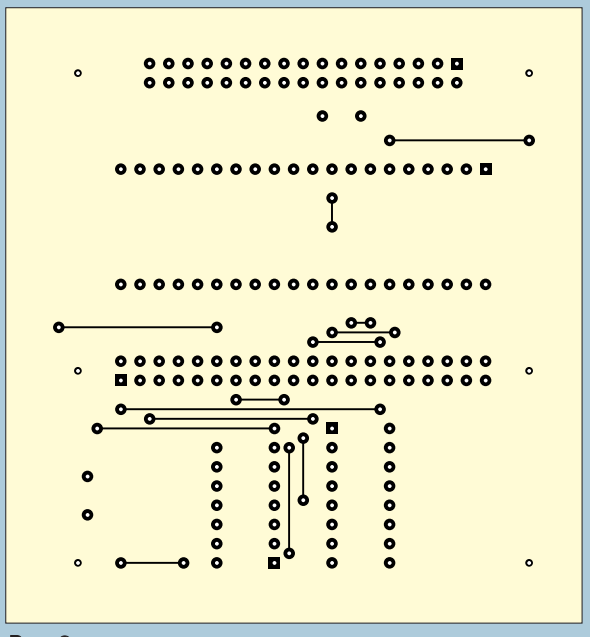
Rys. 3.



Rys. 3.



Rys. 3.



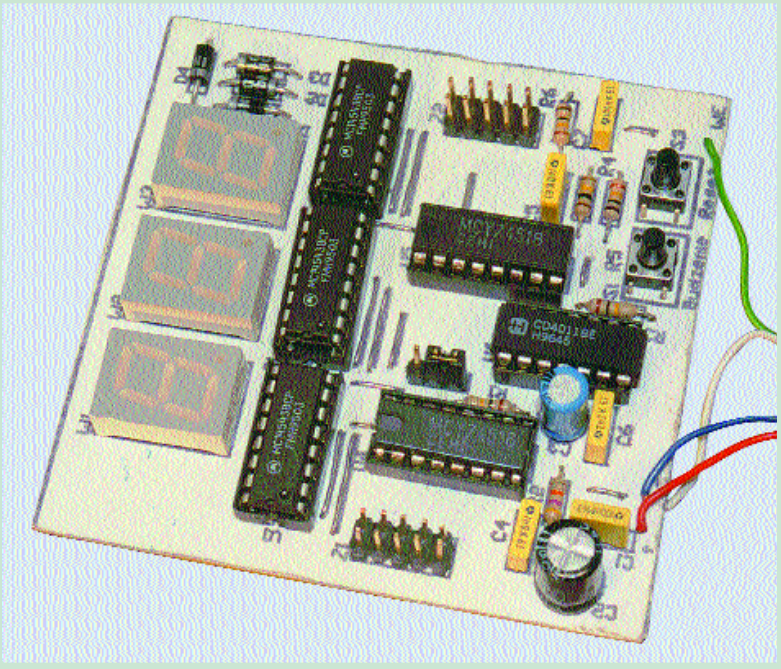
Rys. 3.

Uniwersalny licznik z przeniesieniem

Do czego to służy?

Liczniki są bardzo potrzebne w codziennym życiu, a ich wykorzystanie jest bardzo szerokie. Opisany poniżej licznik może służyć do zabawy, jak i do bardziej wyrafinowanych zastosowań np. zliczania przejechanych samochodem kilometrów.

Wyobraźmy sobie taką sytuację: mamy dwóch grających, tarczę i piłkę. Wygrywa ten, kto z określonej odległości najwięcej razy celnie trafi piłką w tarczę. Ale czy będą oni pewni, że trafili w sam środek tarczy? Czy to nie doprowadzi przypadkiem do kłótni? Aby takim i innym sytuacjom zapobiec, można zastosować opisany licznik. Jest to licznik trzycyfrowy, o wejściu sterowanym opadającym zboczem impulsu. Układ wyposażony jest w obwód oszczędnościowy (wyświetlacze wyłączają się po ok. 20 sekundach), gdy licznik trzeba zasilać z baterii. Jako czujnik układu możemy wykorzystać tor podczerwieni np. AVT 2044 czy AVT 1089 lub jakiś czuły mikrostyk. Gdy trzy cyfry to za mało, nic nie stoi na przeszkodzie, aby połączyć razem jeszcze kilka takich liczników.



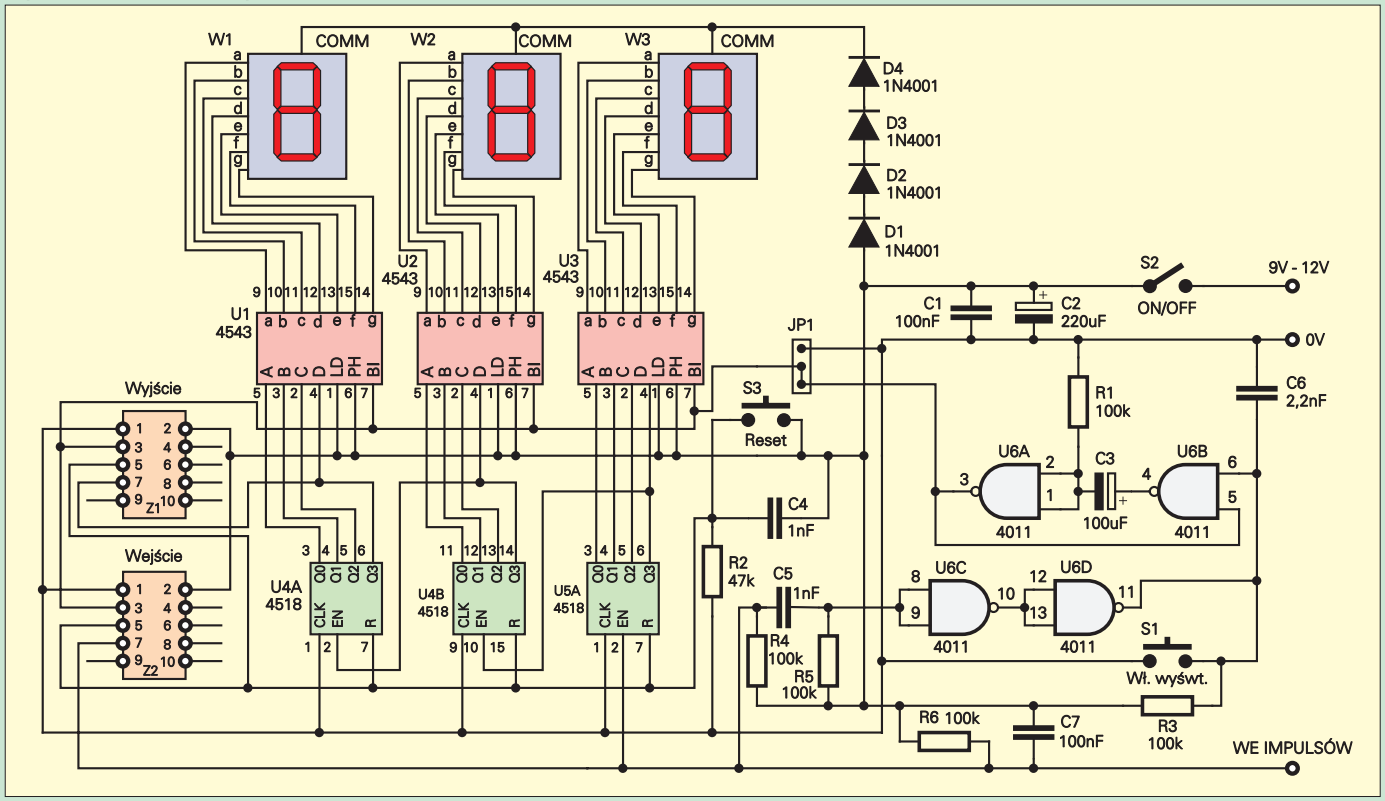
Jak to działa?

Schemat ideowy układu licznika znajduje się na rysunku 1.

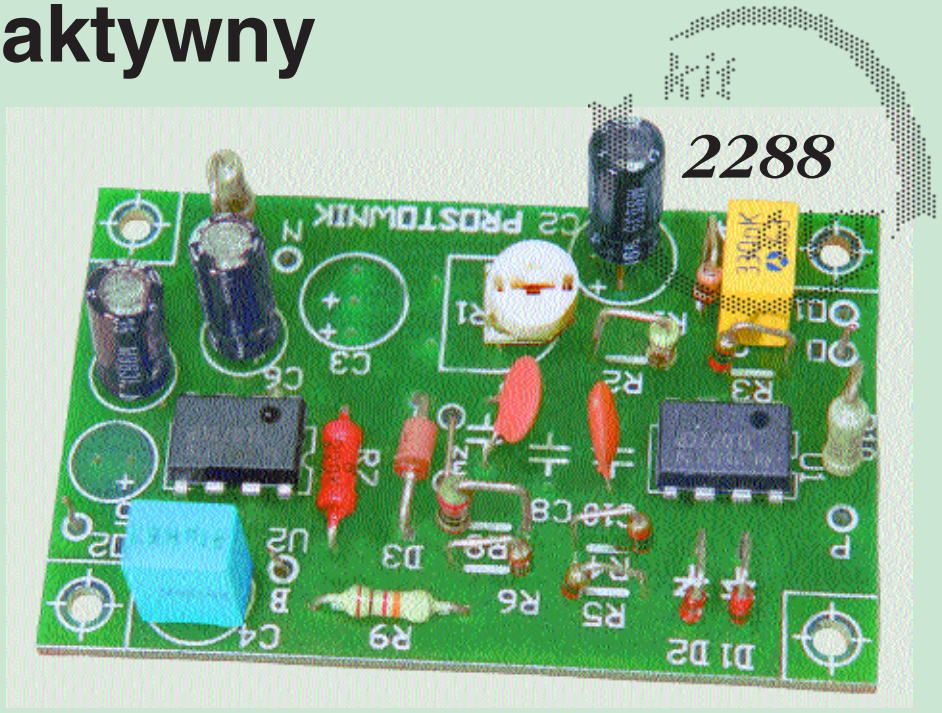
Impulsy pochodzące z zewnątrz są podawane na wejście 2 licznika U5A. Do wyjść tego układu jest dołączony dekoder U3 zamieniający kod BCD na kod zrozumiały dla wyświetlacza 7-segmentowego LED. Po zliczeniu przez U5A 10 impulsów sygnał z jego najstarszego wyjścia podawany jest do wejścia zegarowego licznika U4B. Do wyjść tego licznika 7-segmentowego, jest dołączony także dekoder U2 (4543). Ta sama sytuacja dotyczy U4A i jego dekodera U1.Tak więc wyświetlacz W3 pokazuje jedności, W2 dziesiątki, a W1 setki. Przycisk S3 służy do zerowania liczników U4A, U4B i U5A. Rezystor R2 podciąga końcówki zerujące liczników do masy. Kondensator C4 podaje po włączeniu zasilania dodatni impuls na wejścia zerujące liczników przez co się zerują. Rezystor R6 i kondensator C7 zapobiegają powstawaniu drgań na wejściu impulsów przy zastosowaniu np. mikrostyku. Przełącznik S2 służy do włączenia zasilania układu. Układ jest zasilany napięciem od 9 – 12V.

c.d. na str. 55

Rys. 1. Schemat ideowy



Prostownik aktywny



Do czego to służy?

W ostatnich miesiącach wielu Czytelników napisało do Redakcji o swoich osiągnięciach i kłopotach związanych z układami audio. Z nadesłanych listów wynikało, że spora część tych Czytelników ma kłopoty z wykonaniem dobrego prostownika małych sygnałów zmiennych. Prostowniki takie są konieczne nie tylko do wskaźników wysterowania, ale także do wszelkich układów zmiany dynamiki. Do prostowania niewielkich sygnałów audio zwykle nie wystarczą najprostsze prostowniki z diodami krzemowymi. Dawniej do takich układów stosowano diody germanowe, które rzeczywiście często dawały zadowalające rezultaty. Ale często do pracy w nowoczesnych urządzeniach audio (np. procesorach dynamiki) konieczne są bardziej precyzyjne prostowniki. Temat procesorów dynamiki jest szeroko omawiany w poprzednim i bieżącym numerze EdW. Szczegółowe informacje na temat prostowników i ich charakterystyk dynamicznych są podane w tym numerze EdW w artykule „Procesory dynamiki dźwięku – część 2".

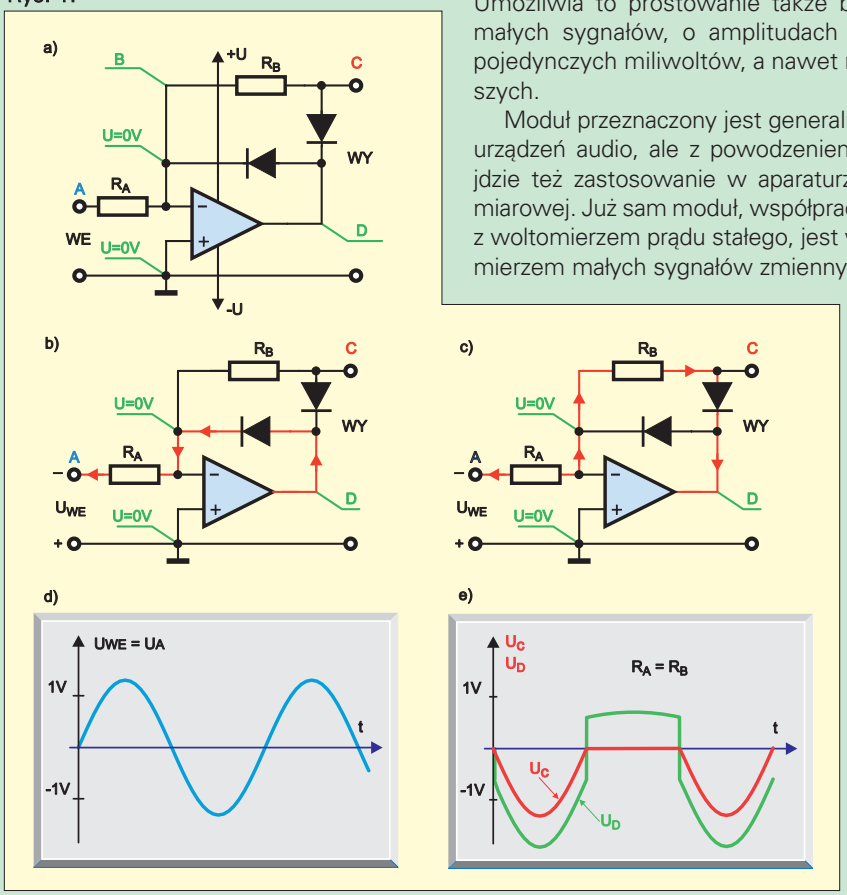
W związku ze zgłoszonymi potrzebami, opracowany został uniwersalny moduł prostownika sygnałów audio.

Opisany dalej moduł może pełnić rolę liniowego prostownika sygnałów o częstotliwościach zakresu akustycznego. W wersji podstawowej jest to prostownik pełnookresowy, ale można też zbudować wersję uproszczoną – prostownik półokresowy. W każdym przypadku możliwe jest indywidualne dobieranie charakterystyk dynamicznych: czasu ataku i czasu opadania.

Układ może wzmacniać prostowane sygnały, i to nawet ponad 100-krotnie. Umożliwia to prostowanie także bardzo małych sygnałów, o amplitudach rzędu pojedynczych miliwoltów, a nawet mniejszych.

Moduł przeznaczony jest generalnie do urządzeń audio, ale z powodzeniem znajdzie też zastosowanie w aparaturze pomiarowej. Już sam moduł, współpracujący z woltomierzem prądu stałego, jest woltomierzem małych sygnałów zmiennych.

Rys. 1.



Jak to działa?

Rysunek 1a przedstawia schemat ideowy jednopołówkowego prostownika aktywnego, **rysunek 1b** pokazuje przepływ prądów i rozkład napięć w sytuacji, gdy na wejście podany jest sygnał dodatni, natomiast **rysunek 1c** – gdy ujemny. Przebiegi napięć w najważniejszych punktach są pokazane na **rysunku 1d i 1e**. W sumie działanie tego układu opiera się na podstawowym fakcie, że napięcia na obu wejściach wzmacniacza operacyjnego są równe (teoretycznie – w praktyce są równe z dokładnością do napięcia niezrównoważenia) i że wejścia wezmacniacza praktycznie nie pobierają prądu. Inaczej mówiąc, na wejściu odwracającym wzmacniacza operacyjnego z rysunku 1 podczas pracy napięcie zawsze jest równe napięciu masy. Przez rezystor R_A płynie prąd

$$I = \frac{Uwe}{R_A}$$

Taki sam prąd musi być dostarczony przez wyjście wzmacniacza operacyjnego. W zależności od biegunowości napięcia wyjściowego, prąd ten płynie albo przez diodę D1 (są to „niewykorzystane" połówki przebiegu; na wyjściu napięcie jest równe zeru), albo przez D2 i R_B (są to użyteczne połówki, bo na wyjściu występuje napięcie Uwy = I×R_B).

W najprostszych prostownikach z diodami krzemowymi wg **rysunku 2**, diody przewodzą dopiero przy napięciach wejściowych większych od napięcia przewodzenia tych diod (około 0,6V), wobec czego przebiegi o amplitudach mniejszych niż te 0,6V w ogóle przez prostownik nie przechodzą. Prostowane są tylko sygnały o amplitudzie większej niż 0,6V.

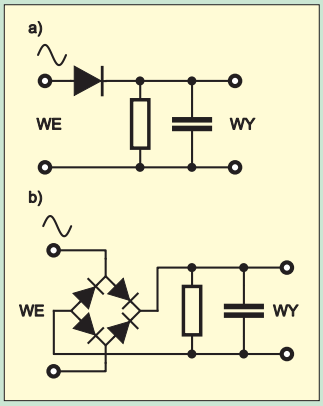
Inaczej jest w prezentowanym prostowniku aktywnym z rysunku 1. Tutaj prostowane są nawet maleńkie sygnały. Praca prostownika aktywnego związana jest przede wszystkim z przepływem prądów. Wielkość i kształt prądu płynącego przez rezystor R_A wyznaczona jest przez kształt napięcia wejściowego. Potem przez jedną z diod płynie prąd o takiej samej wartości (nawet bardzo mały), a napięcie na wyjściu tak się ustali, by w każdej chwili napięcie w punkcie B było równe zeru. Spadek napięcia na diodach nie ma tu żadnego znaczenia, ponieważ sygnałem wyjściowym jest napięcie występujące na rezystorze R_B, a napięcie to nijak nie zależy od spadku napięcia na diodzie D2, a tym bardziej D1, a jedynie od prądu płynącego przez rezystor R_A. Tym samym w roli diod D1, D2 mogą być użyte dowolne diody: zwykłe krzemowe, diody Schottky'ego, czy nawet diody LED! Prostownik będzie pracował jednakowo dobrze, nieco inne będą tylko napięcia na wyjściu wzmacniacza operacyjnego (na rysunku 1 punkt D).

Z jednym wszak zastrzeżeniem: jeśli prostownik ma pracować przy sygnałach o częstotliwości do 20kHz, nie mogą to być typowe „powolne" diody prostownicze typu 1N4001...7. Zwykle w roli diod D1, D2 stosuje się szybkie diody impulsowe 1N4148 lub podobne.

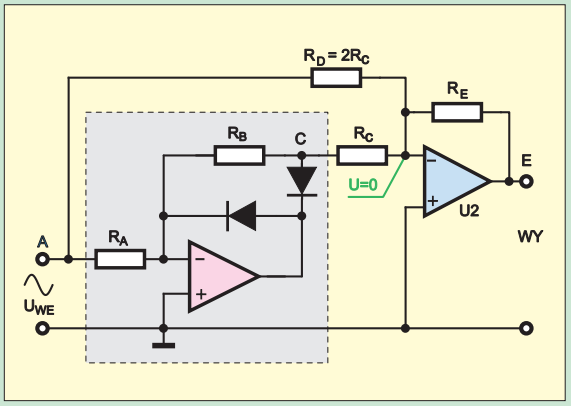
Warto zauważyć, że prostownik aktywny może wzmacniać (lub osłabiać sygnał) w stosunku wyznaczonym przez rezystancję R_B/R_A.

W układzie pokazanym na rysunku 1, na wyjściu C otrzymuje się ujemne napięcia. Ale tak być nie musi. Wystarczy zmienić kierunek włączenia obu diod, a na wyjściu pojawią się napięcia dodatnie.

Rysunek 3 przedstawia prostownik aktywny dwupołówkowy. W interesujący sposób zrealizowano prostowanie dwupołówkowe. Wzmacniacz U2 pracuje jako najzwyklejszy liniowy sumator napięć z punktów A i C. W punkcie A występuje oryginalny zmienny sygnał wejściowy, natomiast w punkcie C – tylko ujemne „połówki" sygnału wejściowego (wg rys. 1e). Cała tajemnica układu tkwi w odpowiednim zsumowaniu obu przebiegów. Jeśli przebiegi w punktach A i C mają jednakową amplitudę (czyli $R_B = R_A$), i rezystor R_D ma wartość dokładnie dwukrotnie większą niż R_C, wtedy na wyjściu (w punkcie E) wystąpi przebieg wyprostowany dwupołówkowo.



Rys. 2.



Rys. 3.

W prostowniku dwupołówkowym również można łatwo zmieniać wypadkowe wzmocnienie układu, ale nie przez zmianę stosunku R_B/R_A, tylko przez zmianę rezystancji R_E. W praktyce dla wygody stosuje się jednakowe rezystory $R_A = R_B = R_C = R$ oraz $R_D = 2R$ czyli o dwukrotnie większej wartości. Rezystancja R_E wyznaczająca wypadkowe wzmocnienie jest praktycznie dowolna.

Pełny schemat modułu prostownika aktywnego jest pokazany na **rysunku 4**. Można na nim bez trudu odnaleźć układ z rysunków 1 i 2. Dodatkowy wzmacniacz wstępny U1A jest buforem o dużej rezystancji wejściowej (równej praktycznie R1), i może dodatkowo wzmacniać sygnał wejściowy, nawet do 50 razy. Wzmocnienie wynosi:

$$G = 1 + \left(\frac{R3}{R2}\right)$$

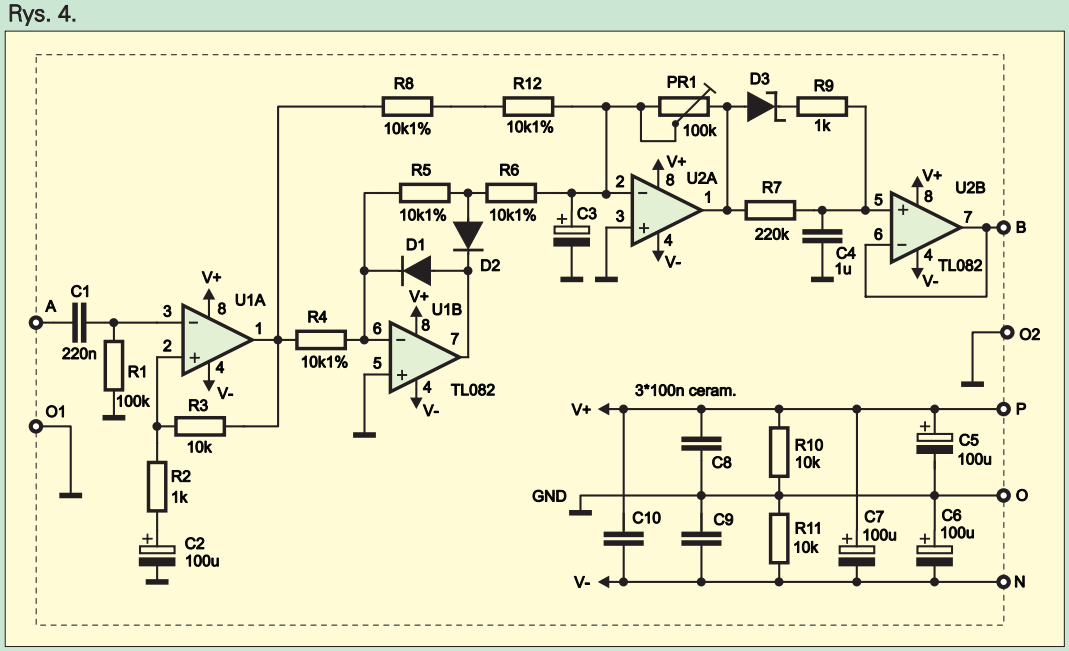
Pojemność C2 nie może być za mała, by nie ograniczać od dołu pasma przenoszenia. Reaktancja kondensatora C2 dla najniższych częstotliwości pasma akustycznego musi być liczbowo mniejsza niż rezystancja R2.

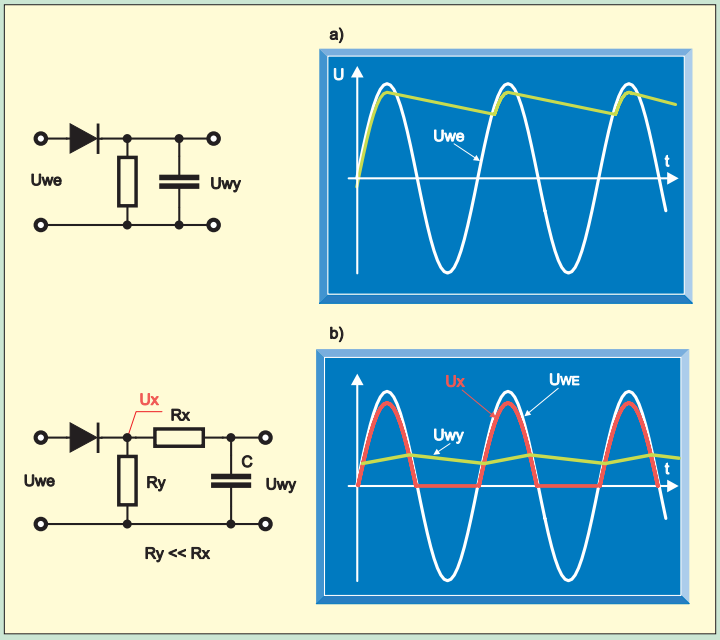
W układzie z rysunku 4 uwagę zwraca obwód wyjściowy z elementami D3, R7, R9 i C4 oraz buforem U2B.

Jak pokazano na rysunku 3, na wyjściu prostownika dwupołówkowego występuje przebieg tętniący. W praktyce zawsze prostownik zawiera filtr wygładzający to tętniące napięcie. W zależności od zastosowania, potrzebne są albo prostowniki z filtrem „szczytowym", albo uśredniającym. Prostownik szczytowy daje na wyjściu sygnał, czyli napięcie stałe proporcjonalne do wartości szczytowych prostowanego przebiegu; prostownik uśredniający – napięcie zbliżone do matematycznej wartości średniej wyprostowanego przebiegu. Różnica pokazana jest na **rysunku 5**. W prostowniku szczytowym (rysunek 5a) kondensator wyjściowy szybko ładuje się do wartości zbliżonej do napięcia szczytowego, a potem powoli rozładowuje się przez dużą rezystancję R. W prostowniku z filtrem uśredniającym (rysunek 5b) kondensator zarówno ładuje się, jak rozładowuje przez tę samą dużą rezystancję RX.

W układzie z rysunku 4 kondensator C4 ładuje się głównie przez małą rezystancję R9, a rozładowuje przez dużą rezystancję R7. Umożliwia to ustawienie

Rys. 4.





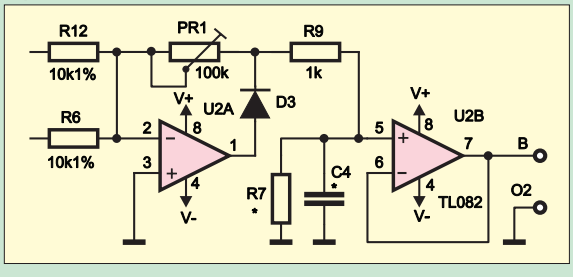
Rys. 5.

potrzebnego czasu ładowania (ataku) – wyznacza go stała czasowa R9C4 oraz czasu rozładowania (opadania) – R7C4. W praktycznych układach audio zazwyczaj ustawia się krótki czas ataku (najwyżej pojedyncze milisekundy) i znacznie większy czas opadania (setki milisekund). Jeśli natomiast ktoś chce zbudować prostownik z filtrem uśredniającym (na przykład pracujący w roli miernika), może zewrzeć diodę D3 i nie stosować R7. Stała czasowa obwodu uśredniania będzie równa R9C4.

W układzie jak na rysunku 4 należałoby uwzględnić wpływ spadku napięcia na diodzie D3. Wynosi on około 0,3...0,4V. Właśnie ze względu na ten spadek napięcia, przebiegi wyprostowane na wyjściu układu U2A powinny mieć wartość nie mniej niż pojedynczych woltów. W praktycznych układach audio, przy sygnałach na wyjściu prostownika mających kilka woltów, wpływ diody D3 jest mało znaczący.

Jeśli ktoś chciałby uzyskać bardziej precyzyjny prostownik wartości szczytowej, może zmodyfikować układ według **rysunku 6**. W takim wypadku stała czasowa ataku będzie wyznaczona rezystancją R9, natomiast opadania – wypadkową rezystancją równoległego połączenia R7 i PR1. Dla uzyskania potrzebnych czasów, konieczne będzie wtedy zastosowanie kondensatora C4 o wartości 2,2...22µF, a więc kondensatora elektrolitycznego.

Rys. 6.



Moduł może być zasilany zarówno napięciem symetrycznym, jak i pojedynczym. Przy zasilaniu symetrycznym napięcia zasilające mogą wynosić ±3...±18V. Przy zasilaniu napięciem pojedynczym należy stworzyć obwód sztucznej masy za pomocą jednakowych rezystorów R10, R11. Przy zasilaniu pojedynczym napięcie zasilające może wynosić 6...25V i jest ograniczone od góry napięciem pracy kondensatora C7.

W każdym przypadku napięcia wyjściowe będą mierzone w stosunku do masy. Przy zasilaniu napięciem pojedynczym, z wyjścia nie należy pobierać prądów większych niż 0,1mA, ponieważ spowoduje to zmiany napięcia sztucznej masy. Przy zasilaniu symetrycznym takiego ograniczenia nie ma i z wyjścia można pobierać dowolny prąd, ograniczony jedynie wydajnością wyjścia wzmacniacza U2B.

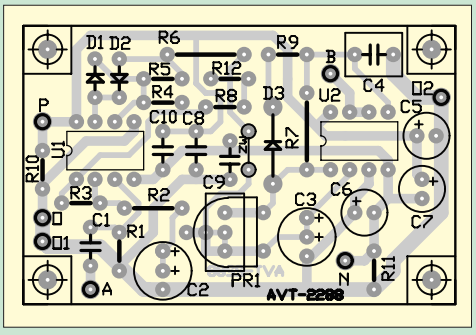
Przy małych napięciach zasilających należy liczyć się z pewnymi ograniczeniami amplitudy przetwarzanych sygnałów. Ogólnie biorąc, czym większe napięcie zasilające, tym większe napięcia można uzyskać na wyjściu. Jest to dość istotne w układach, gdzie trzeba pracować w szerokim zakresie napięć wejściowych. Teoretycznie układ prostownika powinien sobie doskonale radzić nawet z najmniejszymi sygnałami o amplitudach rzędu pojedynczych miliwoltów i mniejszych. W rzeczywistości zastosowane tanie wzmacniacze operacyjne mają usunąć napięcia niezrównoważenia rzędu nawet 5mV. Przy napięciach mniejszych niż to napięcie niezrównoważenia, prostowniki nie będą dawać na wyjściu napięcia dokładnie proporcjonalnego do wielkości sygnału prostowanego. Oczywiście w układzie można wprowadzić obwody kompensacji napięcia niezrównoważenia lub zastosować precyzyjne kostki o mniejszym napięciu niezrównoważenia, ale w prostym module chyba nie ma to sensu. Raczej należy pracować przy większych napięciach zasilania i napięciach prostowanych, zwiększając wzmocnienie wzmacniacza U1A. Potem można ewentualnie zastosować na wyjściu dzielnik napięcia.

Montaż i uruchomienie

Moduł można zmontować na płytce z **rysunku 7**. Montaż jest klasyczny i nie powinien sprawić kłopotów.

Uwaga! W podstawowej wersji nie należy montować kondensatora C3.

Przy zasilaniu symetrycznym nie trzeba montować kondensatorów C7 i C10 i rezystorów R10, R11, natomiast przy zasilaniu napięciem pojedynczym nie powinno się montować C5 i C8, a wlutować C6, C7, C9, C10, R10, R11.



Rys. 7. Schemat montażowy

Przy zasilaniu napięciem pojedynczym należy pamiętać, że napięcia wyjściowe również należy mierzyć w stosunku do punktu O, czyli masy (sztucznej), a nie względem ujemnego napięcia zasilania.

W zależności od potrzeb można zmieniać wzmocnienie wzmacniacza wstępnego przez zmianę wartości rezystora R3 od zera (zwora) do 51kΩ, a nawet 100kΩ. W przypadku rezystancji powyżej 100kΩ pasmo może zostać obcięte od góry poniżej 20kHz. Moduł z wartościami elementów podanymi w wykazie prawidłowo pracuje w zakresie częstotliwości 15Hz...50kHz.

Rezystancję potencjometru PR1 należy dobrać według potrzeb, jednak dla zachowania dynamiki prostownika najlepiej jest pracować z możliwie dużymi sygnałami o wartości międzyszczytowej mniejszej o 3...5V od całkowitego napięcia zasilającego.

Na płytce mogą być montowane różne rodzaje potencjometrów. W zestawie AVT-2288 dostarczany będzie helitrim pionowy.

W zależności od specyficznych potrzeb można też zmieniać czas ataku i opadania filtru przez zmianę R9 (0...1MΩ) i R7 (100k...10MΩ). Proponowane wartości powinny okazać się dobre dla większości układów audio, na przykład do wskaźników wysterowania czy układów ARW.

Możliwości zmian

Bardziej wnikliwi Czytelnicy zwrócili na pewno uwagę na dziwne włączenie kondensatora C3. Rzeczywiście, przy włączeniu diod D1, D2 jak na rysunku 4, na kondensatorze tym wystąpiłyby napięcia o niewłaściwej polaryzacji. Kondensator elektrolityczny, jeśliby się nawet nie uszkodził, miałby ogromną upływność. Należy jednak pamiętać, że w wersji podstawowej, czyli w układzie prostownika pełnookresowego, kondensator ten nie będzie montowany.

W licznych przypadkach użycie prostownika pełnookresowego nie jest konieczne – wystarczy prostownik jednopołówkowy wyposażony w filtr wygładzający o odpowiedniej charakterystyce dynamicznej. Do zbudowania takiego prostownika wystarczy jeden układ scalony – U1. Natomiast kostka U2 i elementy R7...R9, R12, PR1, D3, C4 nie będą montowane. Montowane będą tylko elementy R1...R6, C1...C3, C5...C10, D1, D2. Wyjściem będzie punkt połączenia plusa C3 i rezystora R6,

Uwaga! W tej zubożonej (półokresowej) wersji, żeby uzyskać na wyjściu napięcie dodatnie, należy diody D1 i D2 włączyć odwrotnie, niż zaznaczono na schemacie i płytce. Tylko wtedy napięcie na kondensatorze C3 będzie miało właściwą biegunowość.

W takiej uproszczonej, a wielce użytecznej wersji, parametry dynamiczne prostownika wyznaczone będą przez elementy R5, R6, C3. Z grubsza biorąc, stała czasowa R6C3 określi wtedy czas ataku, natomiast stała czasowa (R5+R6)C3 – czas opadania. Jeśli ma to być prostownik szczytowy, rezystancja R6 musi być wielokrotnie mniejsza niż R5. Jeśli natomiast prostownik ma dawać napięcie stałe, odpowiadające wartości średniej przebiegu, wartość R6 powinna być przynajmniej kilkakrotnie większa od R5.

Wartość R5 można zmieniać w zakresie 100Ω...100kΩ. Nadmierne zwiększenie R5 spowoduje jednak zmniejszenie od góry użytecznego pasma częstotliwości pracy. Natomiast wartość R6 może być dowolna – od 0Ω (zwarcie) do kilku megaomów. Przy rezystancjach R6 większych od 100kΩ należy liczyć się z wpływem upływności kondensatora C3. Dlatego przy większych wartościach R6 kondensator C3 powinien być kondensatorem stałym (foliowym lub ceramicznym) a nie aluminiowym „elektrolitem".

Wykaz elementów

Rezystory
- R1: 100kΩ
- R2,R9: 1kΩ
- R3,R10,R11: 10kΩ
- R4-R6,R8,R12: 10kΩ 1% (6,81...15,4kΩ 1%)
- R7: 220kΩ
- PR1: 100kΩ helitrim pionowy

Kondensatory
- C1: 220nF
- C2,C5-C7: 100µF/25V
- C3: nie montować (patrz tekst)
- C4: 1µF stały
- C8-C10: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki
- D1,D2: 1N4148
- D3: dowolna dioda Schottky'ego np. BAT84
- U1,U2: TL082

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2288.

Uniwersalny licznik z przeniesieniem (c.d. ze str. 51)

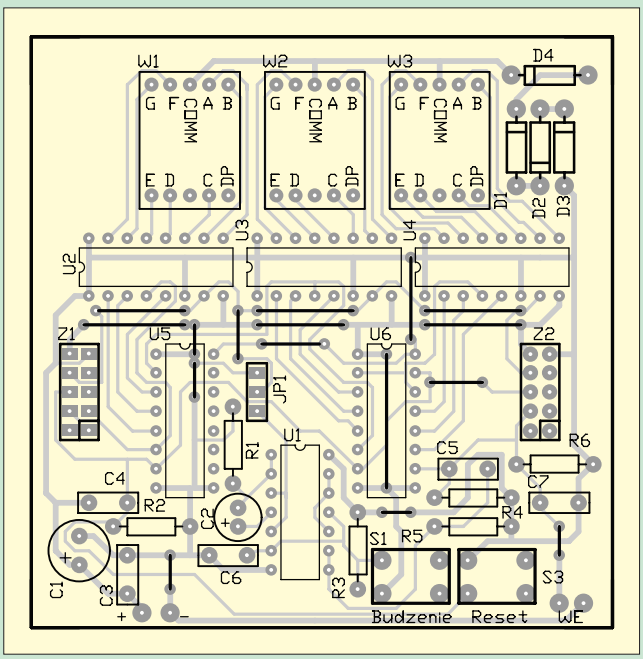
Kondensatory C1 i C2 filtrują napięcie zasilania. Przycisk S3 służy do włączania wyświetlaczy ze stanu uśpienia, na czas określony wartościami R1 i C3 przerzutnika monostabilego, zbudowanego z bramek U6A i U6B. Z wartościami R1 i C3, takimi jak na schemacie, czas włączenia wyświetlaczy wynosi ok. 20 sekund. Wyjście tego przerzutnika jest dołączone do końcówek „BI" dekoderów U1, U2, U3. Stan wysoki na tych końcówkach wyłącza wyświetlacze, a stan niski włącza je. Kondensator C6 powoduje, że po włączeniu zasilania włączają się wyświetlacze. Tak samo jest gdy przyjdzie impuls z zewnątrz, który jest buforowany przez bramki U6C i U6D, i podany na wejście wyzwalające przerzutnik. Jumperem JP1 możemy odłączyć układ wyłączający wyświetlacze i na stałe je włączyć. Sygnały wyprowadzone za złącza Z1 i Z2 służą do podłączenia kilku takich liczników. W przypadku sterowania licznika przeciwnym zboczem należy na jego wejściu impulsów zastosować inwerter.

Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce przedstawiono na **rysunku 2**.

Na początku należy wlutować kilka zworek. Montaż rozpoczynamy tradycyjnie, rozpoczynając od elementów najmniejszych a kończąc na największych.

Rys. 2. Schemat montażowy



Wykaz elementów

Rezystory
- R1,R3–R6: 100kΩ((*)
- R2: 47kΩ(*)

Kondensatory
- C1,C7 (*): 100nF
- C2: 220µF/16V
- C3: 10µ(F/16V (*)
- C4,C5: 1nF (*)
- C6: 2,2nF (*)

Półprzewodniki
- D1–D4: 1N4001
- U1–U3: 4543
- U4,U5: 4518
- U6: 4011 (*)
- W1–W3: wyświetlacze WA

Pozostałe
- S2: przełącznik
- S1,S3: mikroswitch (*)
- JP1: jumper 1x3
- Z1,Z2: jumper 2x5

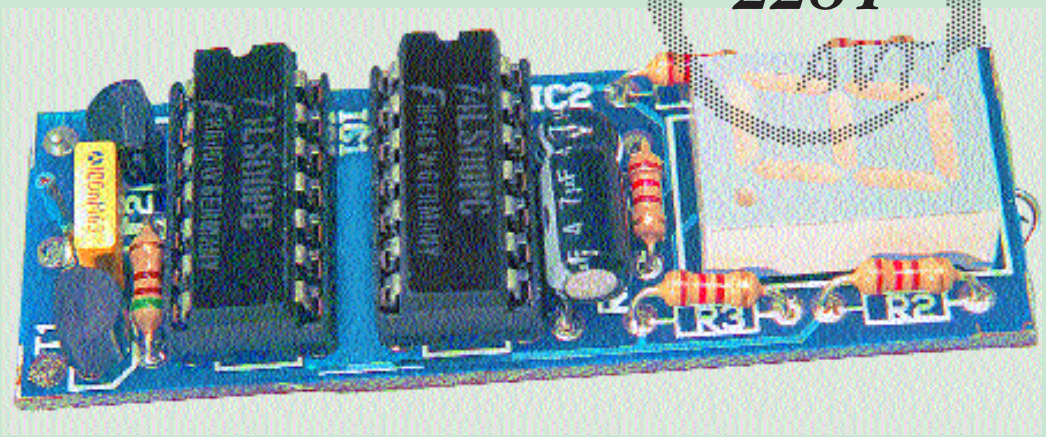
Uwaga! Elementów zaznaczonych gwiazdką (*) nie należy montować w ewentualnych modułach rozszerzających.

Po zmontowaniu układ powinien od razu działać poprawnie. Jako obudowę można zastosować dowolną rodziny KM–xx czy Z–xx. Kilka modułów takich liczników można połączyć na pomocą taśmy 10-żyłowej zakończonej zaciskanym złączem pasującym goldpinów 2x5. W następnych modułach nie trzeba montować elementów R1, R2, R3, R4, R5, R6, C3, C4, C5, C6, C7 ,U6, S1, S3. Jako czujniki impulsów mogą być zastosowane zarówno różne styki, jak i bardziej rozbudowane układy wejściowe.

Marcin Wiązania

Najprostszy próbnik stanów logicznych

Kit 2284



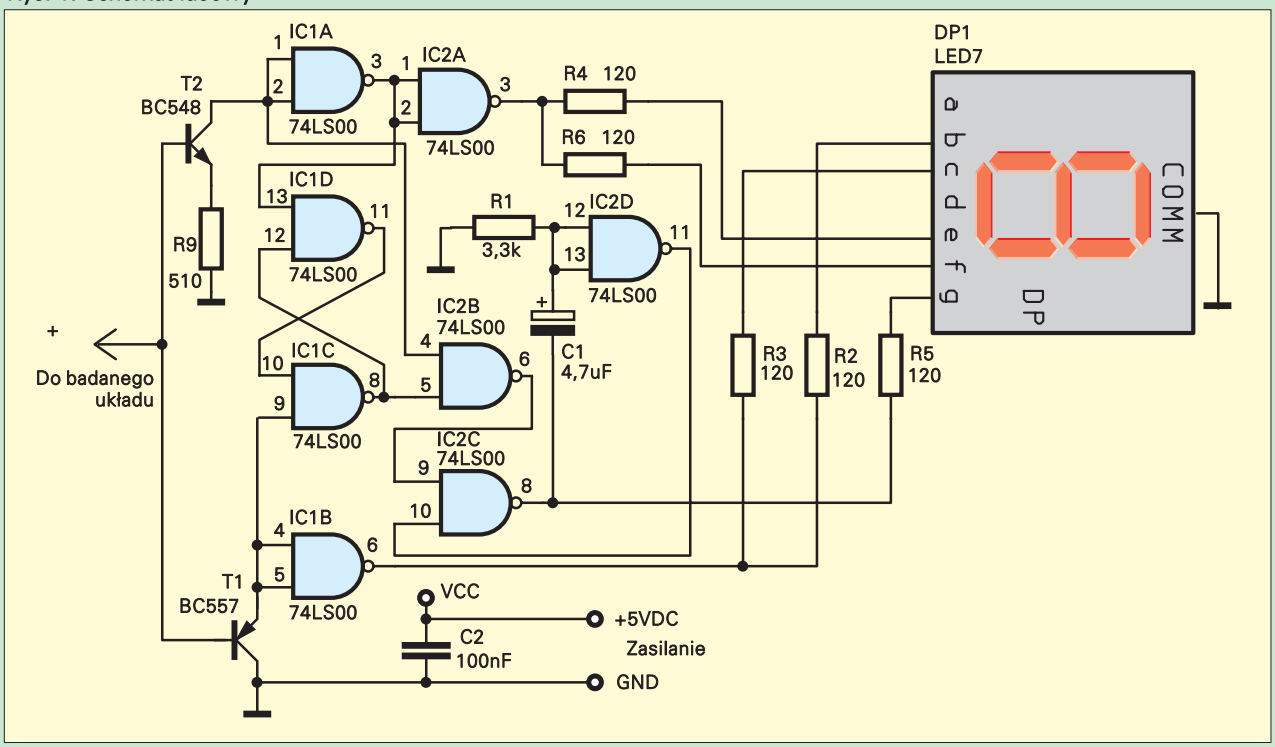
Do czego to służy?

Zanim zajmiemy się opisem proponowanego układu, zmuszony jestem złożyć pewne oświadczenie. Otóż, ja tego układu nie wymyśliłem i nawet nie wiem, kto go opracował! Układ próbnika pochodzi z zamierzchłych czasów, z epoki „wczesnocyfrowej", kiedy to na Wolumenie sprzedawano eksponowane w pudełkach od zapałek kostki z serii UCY74XX. Wielu z Was nie pamięta już tych czasów, w których technika cyfrowa stawiała dopiero pierwsze kroki, a my z nabożnym podziwem oglądaliśmy pierwsze „zerówki" (7400). Ach, łza się w oku kręci!

Wbrew temu, co być może myślą najmłodsi Czytelnicy EdW, układy elektroniczne budowane w tych zamierzchłych czasach nie były wcale prymitywne. Były po prostu inne. Nie wyobrażajcie sobie, że mamuty elektroniki (do których, niestety, niżej podpisany się zalicza) budowały swoje konstrukcje za pomocą kamiennej siekiery! Dzisiaj wszystko jest proste i na zbudowanie praktycznie dowolnego układu elektronicznego mamy jedną receptę, zaczynającą się od słów „bierzemy mikroprocesor i programujemy go". Konstruowanie nowych urządzeń elektronicznych polega obecnie na sztuce umiejętnego posługiwaniu się powszechnie dostępnymi elementami, przy wykorzystaniu także powszechnie dostępnych narzędzi. W epoce, którą wspominam, polegała ona raczej na sztuce obywania się bez drogich i niedostępnych podzespołów i lutowaniu układów za pomocą kawałka miedzianego drutu przyczepionego do grota elektrotechnicznej lutownicy (SIC!)!

Proponowany układ jest typowym przykładem, jak wiele można „wycisnąć" z podstawowego elementu w technice cyfrowej, jakim jest bramka NAND. Ktoś to kiedyś wymyślił, podobno taki układ był nawet produkowany przez Rosjan (w byłym ZSRR). Kartkę ze schematem próbnika znalazłem wśród szpargałów, podczas porządkowania pawlacza w moim mieszkaniu. Popatrzyłem na schemat i pomyślałem „Fajny próbnik, zrobię podobny na GAL-u". Nie, nie zrobię, miejmy trochę szacunku dla staroci! Przekazuje Wam opis próbnika w nie zmienionej formie, takiej jaka powstała

Rys. 1. Schemat ideowy



ok. 15 lat temu i zapewniam Was, że jest to układ w pełni funkcjonalny. Jedyną zmianą, jakiej dokonałem w układzie, było zastąpienie archaicznych i dzisiaj już nie produkowanych kostek z serii TTL STANDARD – 7400, układami nowszej, aczkolwiek także już nieco przestarzałej generacji – 74LS00.

Jak to działa?

Schemat elektryczny próbnika został pokazany na **rysunku 1**. Trudno sobie chyba wyobrazić prostszy układ: dwie „zerówki" – 74LS00, jeden wyświetlacz siedmiosegmentowy LED i, na okrasę, kilka rezystorów i kondensatorów. Mimo prostoty układu, proszę zauważcie Drodzy Czytelnicy, ile pracy zostało włożone w jego opracowanie, jak dogłębnie został przemyślany ten schemat. Nie ma w nim niczego zbędnego, każda zastosowana bramka służy określonemu celowi i nie sposób jej pominąć.

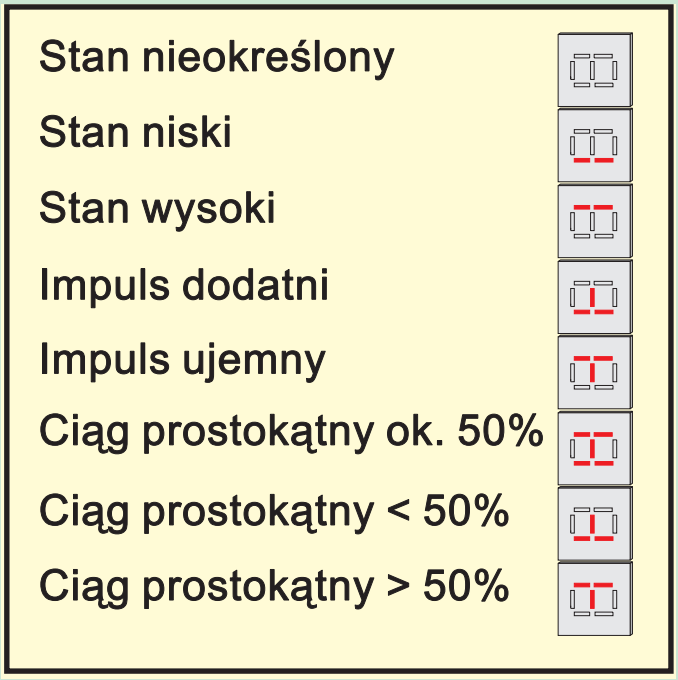
Przeanalizujmy teraz zachowanie się próbnika przy zmianach stanów na jego wejściu.

Wejście nie połączone z niczym lub stan zakazany w standardzie TTL. Na wejściu bramki IC1A panuje stan bliski niskiemu i w konsekwencji na jej wyjściu mamy stan wysoki. Połączona z tym wyjściem bramka IC2A ma na wyjściu stan niski i dołączone do tego wyjścia segmenty e i f wyświetlacza nie świecą się. Na wejściu bramki IC1B panuje stan bliski wysokiemu i dołączone do jej wyjścia segmenty b i c także nie świecą. Wyświetlacz nie pokazuje niczego, a właściwie pokazuje: stan zakazany na wejściu próbnika.

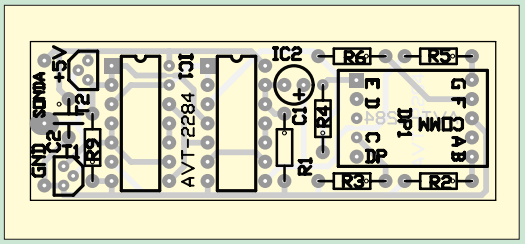
Na wejściu próbnika wymuszony został stan logiczny niski. W konsekwencji na wejściu bramki IC1B pojawia się stan niski, co powoduje zaświecenie segmentów „b" i „c" wyświetlacza. Pozioma kreska w dole wyświetlacza sygnalizuje stan niski na wejściu próbnika.

Na wejście układu podajemy stan wysoki. Tym razem wejście bramki IC1A znajdzie się w stanie wysokim, który po podwójnym zanegowaniu przez bramki IC1A i IC2A spowoduje świecenie segmentów „e" i „f" wyświetlacza.

Na wejście próbnika, będące w stanie niskim, dostaje się krótki impuls dodatni. Powoduje to krótkotrwałe pojawienie się stanu niskiego na wejściu 13 przerzutnika RS zbudowanego z bramek IC1C i IC1D. Przerzutnik ten zmienia swój stan i w konsekwencji na obydwóch wejściach bramki IC2B pojawia się stan wysoki. Stan niski z wyjścia tej bramki powoduje wymuszenie na jej wyjściu stanu wysokiego, co powoduje zaświecenie pionowej kreski – segmentu „g" na wyświetlaczu. Układ zbudowany na bramce IC2D to prosty uniwibrator, powodujący przedłużenie czasu świecenia pionowej kreski na wyświetlaczu. Dzięki temu jesteśmy w stanie zaobserwować nawet bardzo krótki impulsy przedostające się na wejście próbnika.



Rys. 3. Układy segmentów wyświetlacza odpowiadające badanym poziomom logicznym. (Próbnik trzymany ręką prawą).



Rys. 2. Schemat montażowy

Na wejście będące w stanie... nie, mam już dość tych stanów wysokich i niskich, ile można! Dlatego też proszę Czytelników, aby sami przeanalizowali zachowanie się próbnika w momencie nadejścia impulsu ujemnego i jakie wnioski co do wypełnienia przebiegu prostokątnego podawanego na wejście próbnika można wyciągnąć obserwując wyświetlacz.

Układ próbnika musi być zasilany napięciem standardu TTL, najlepiej z badanego układu.

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** została pokazana mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego i rozmieszczenie na niej elementów. Ze względu na dość dużą komplikację połączeń i chęć zapewnienia jak najmniejszych rozmiarów próbnika, płytka została wykonana na laminacie dwustronnym. Sposób montażu układu w niczym nie odbiega od sposobu montażu innych układów cyfrowych, które już zbudowaliśmy. Jak zwykle namawiam do zastosowania podstawek pod układy scalone. W przypadku próbnika stanów logicznych ma to szczególny sens, ponieważ przez roztargnienie możemy kiedyś „spróbować" napięcia „niezbyt lubianego" przez układy TTL.

Do płytki układu można przylutować dwa przewody zakończone miniaturowymi krokodylkami lub chwytakami teletechnicznymi, które umożliwią doprowadzenie zasilania z badanego układu. Jako sondę najlepiej zastosować igłę krawiecką lub zaostrzony kawałek stalowego drutu.

Nie muszę chyba wspominać, że układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania ani regulacji.

Zbigniew Raabe

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 3,3kΩ
R2 R8: 120Ω
R9: 510Ω

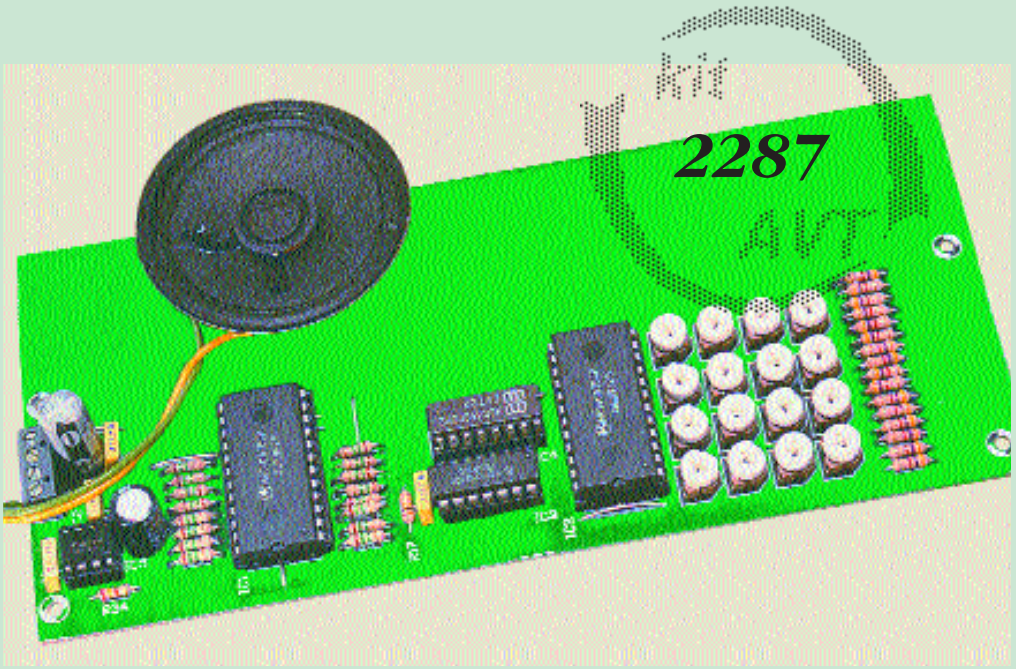
Kondensatory
C1: 4,7µF/10
C2: 100nF

Półprzewodniki
IC1, IC2: 74LS00
DP1: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED wsp. katoda (np. SC52-11 EWA Kingbright)
T1: BC557 lub odpowiednik
T2: BC548 lub odpowiednik

2 miniaturowe krokodylki w odmiennych kolorach

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2284.

Elektroniczne organki



Do czego to służy?

Proponowany układ jest kolejnym przykładem prostej zabaweczki, przy której konstruowaniu możemy nauczyć się czegoś nowego. Jest to chyba najprostszy z możliwych instrumentów muzycznych, który możemy sobie zbudować do zabawy lub jako upominek dla młodszego brata czy siostry. Czy to naprawdę gra? Trochę gra, ale chyba parametry tego instrumenciku nie zadowolą wytrawnych muzyków. Układ umożliwia jedynie wygrywanie prostych melodyjek, bez możliwości grania akordów, wyłącznie w zakresie dwóch oktaw.

Ogromnym utrudnieniem podczas projektowania proponowanego układu był fakt, ze na muzyce znam się mniej więcej tak, jak na języku hindi. No, przesadziłem, znacznie mniej, ponieważ piękny język większości Hindusów trochę rozumiem! Tak więc układ zostanie opisany wyłącznie od strony „elektronicznej", a resztę muzykalni koledzy dopiszą sobie sami.

Z tymi układami przeznaczonymi dla muzyków zawsze miałem kłopoty. Pamiętam, kiedyś zaprojektowałem i wykonałem wzmacniacz dla kolegi grającego na gitarze. Układ nawet mi „wyszedł", na ekranie oscyloskopu widać było zupełnie przyzwoicie wyglądające przebiegi. Uznałem, że wzmacniacz jest gotowy do eksploatacji i poprosiłem kolegę o przetestowanie go. Dowiedziałem się, że „nie brzmi". Ponieważ wyczerpałem wszystkie dostępne mi środki służące elektronikom do testowania wzmacniaczy audio, nadeszła pora na „myślenie lutownicą", czyli chaotyczne działania polegające na zmienianiu na chybił trafił wartości różnych elementów. W pewnym momencie kolega wykrzyknął „O, o tak trzymaj, teraz brzmi"! A na ekranie oscyloskopu był koszmar senny, przesterowanie, obcięte wierzchołki sygnału!

Było to bardzo dawno temu, teraz już wiem, że gitarzyści cenią sobie ponad wszystko efekt uzyskiwany podczas przesterowania wzmacniacza wejściowego. I gdzie tu sens, gdzie logika? Dajmy jednak spokój anegdotkom i wracajmy do naszego układu.

Jak to działa?

Schemat elektryczny zabawkowych organków został przedstawiony na **rysunku 1**. Jak widać, urządzenie nie jest nadmiernie skomplikowane i zawiera w sobie zaledwie pięć układów scalonych. Sercem układu są dwa scalone multipleksery – demultipleksery cyfrowo-analogowe typu 4067. Jeden z nich służy do skanowania klawiatury i zadaniem jego jest sprawdzanie czy i jaki klawisz został włączony. Już w tym momencie warto zauważyć, że budując zabawkę poznajemy ciekawe rozwiązania układowe. Układ dynamicznego przeszukiwania klawiatury może bowiem znaleźć zastosowania także w całkiem „poważnych" projektach, a nie tylko w zabawkach.

Wejścia adresowe demultipleksera IC1 zostały dołączone do wyjść licznika binarnego IC4A typu 4520. Do wejścia zegarowego (a właściwie do wejścia zezwolenia, które może być także wykorzystywane jako wejście zegarowe) doprowadzany jest ciąg impulsów prostokątnych tworzonych przez generator multistabilny zbudowany na bramkach IC3A i IC3B. Częstotliwość pracy tego generatora określona jest pojemnością C1 i rezystancją R17, a jej wartość nie jest krytyczna. Wejście zerujące licznika IC4A jest na stałe zwarte do masy, tak więc licznik ten pracuje nieprzerwanie, „w kółko" zliczając nadchodzące impulsy.

Układ IC1 możemy z pewnym przybliżeniem traktować jako nieustannie obracający się przełącznik 16-pozycyjny. Wszystkie wejścia tego przełącznika, kolejno dołączane do jego wyjścia zostały „podwieszone" do plusa zasilania za pomocą rezystorów R1 R16 i panuje na nich stan wysoki. Tak więc, dopóki żadne z tych wejść nie zostanie zwarte do masy, na wyjściu Z IC1 panuje permanentny stan wysoki umożliwiający ciągłą pracę generatora zegarowego.

Rozważmy teraz co się stanie, jeżeli naciśnięty zostanie jeden z klawiszy powodując zwarcie odpowiedniego wejścia IC1 do masy. Tak naprawdę, to żaden klawisz nie zostanie naciśniety, ale jedynie dotknięty. Nasz instrument posiada bowiem klawiaturę sensorową, ze wszystkimi jej wadami i zaletami. Wartość rezystorów R1...R16 jest na tyle duża, że rezystancja naskórka palca dołączona pomiędzy wejście IC1 a masę spowoduje powstanie na tym wejściu napięcia, które przekazane na wejście 6 bramki IC3B spowoduje natychmiastowe zatrzymanie pracy generatora zegarowego. Jednocześnie stan niski zostaje wymuszony na wejściu zezwolenia drugiego demultipleksera – IC2. Stan taki będzie trwał aż do „puszczenia" klawisza (lub, niestety do momentu wytarcia klawiatury dotkniętej przez małe dziecko dopiero co wyjętym z buzi paluszkiem).

Rozważmy teraz rolę, jaką pełni w układzie drugi demultiplekser – IC2. Na jego wejściach adresowych podawane jest słowo czterobitowe identyczne z słowem na wejściach układu IC1. Tak więc w momencie zatrzymania generatora zegarowego aktywne jest jego wyjście odpowiadające naciśniętemu,

a właściwie dotkniętemu klawiszowi. Wejście Z demultipleksera IC2 dołączone jest do plusa zasilania i po zatrzymaniu licznika i daniu temu układowi zezwolenia na pracę (stan niski na wejściu E\) na właściwym wyjściu pojawi się pełne napięcie zasilania.

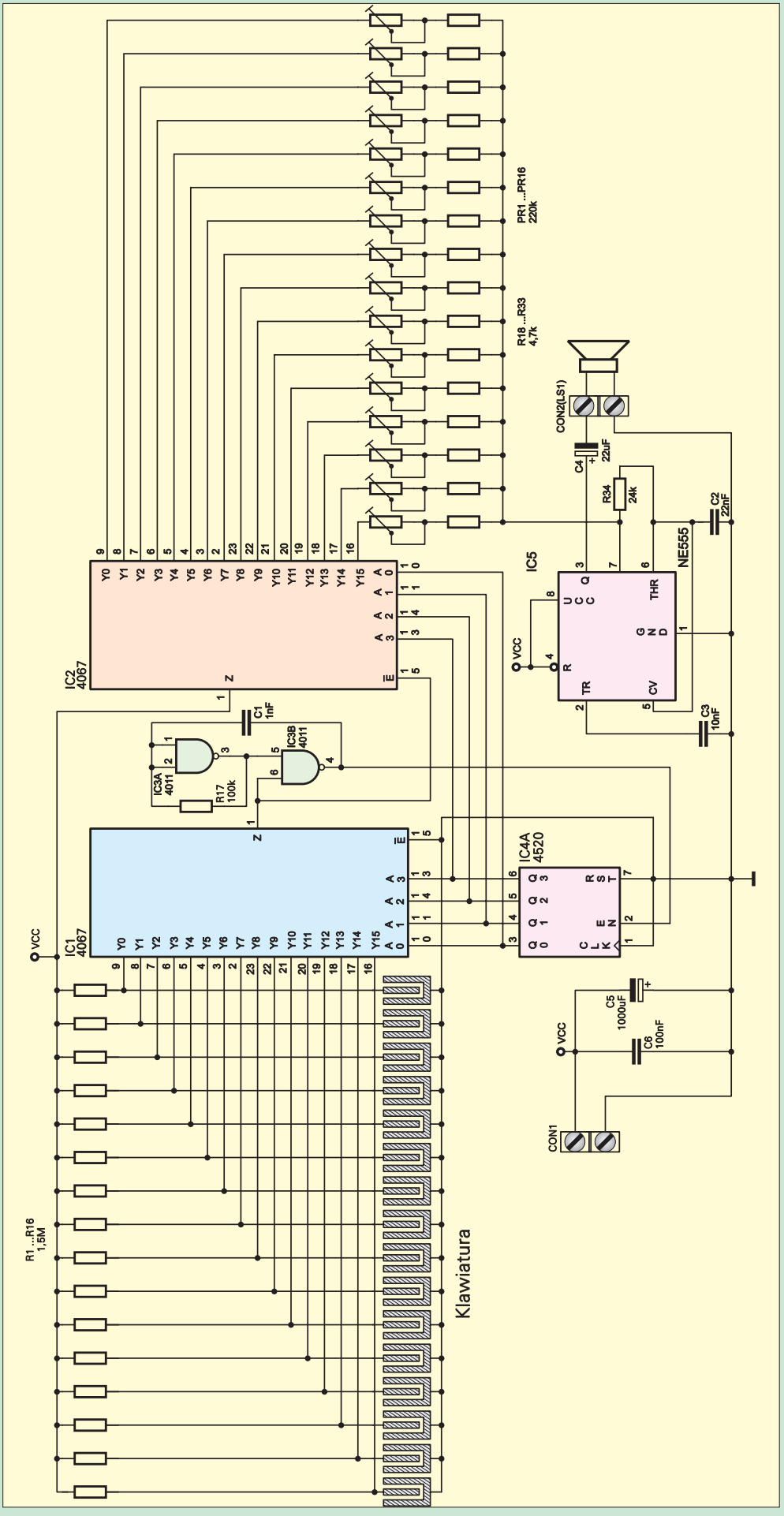
Ostatnim istotnym elementem układu naszych organków jest generator częstotliwości akustycznej zbudowany, no jak myślicie, na czym? Oczywiście na NE555. W naszym przypadku zastosowanie tego układu, charakteryzującego się dobrą stabilnością częstotliwości w funkcji zmian napięcia zasilającego i zmian temperatury, było jednak w pełni uzasadnione. Do momentu dotknięcia klawisza układ IC5 nie pracował, ponieważ jego wejście DIS „wisiało w powietrzu". Teraz jednak generator ten rozpoczyna pracę, generując ciąg impulsów prostokątnych o częstotliwości określonej przez pojemność C2, rezystancję R34 i jedną z par rezystor + potencjometr montażowy. W fazie regulacji układu potencjometry montażowe PR1 PR16 zostały ustawione tak, że IC5 wytwarza częstotliwość odpowiadającą odpowiedniemu tonowi na klawiaturze instrumentu.

Ze względu na „zabawkowy" charakter układu nie został on wyposażony w jakikolwiek dodatkowy wzmacniacz. Głośnik dołączamy za pośrednictwem kondensatora C4 bezpośrednio do wyjścia NE555, którego wydajność prądowa zapewnia sygnał o dostatecznej sile.

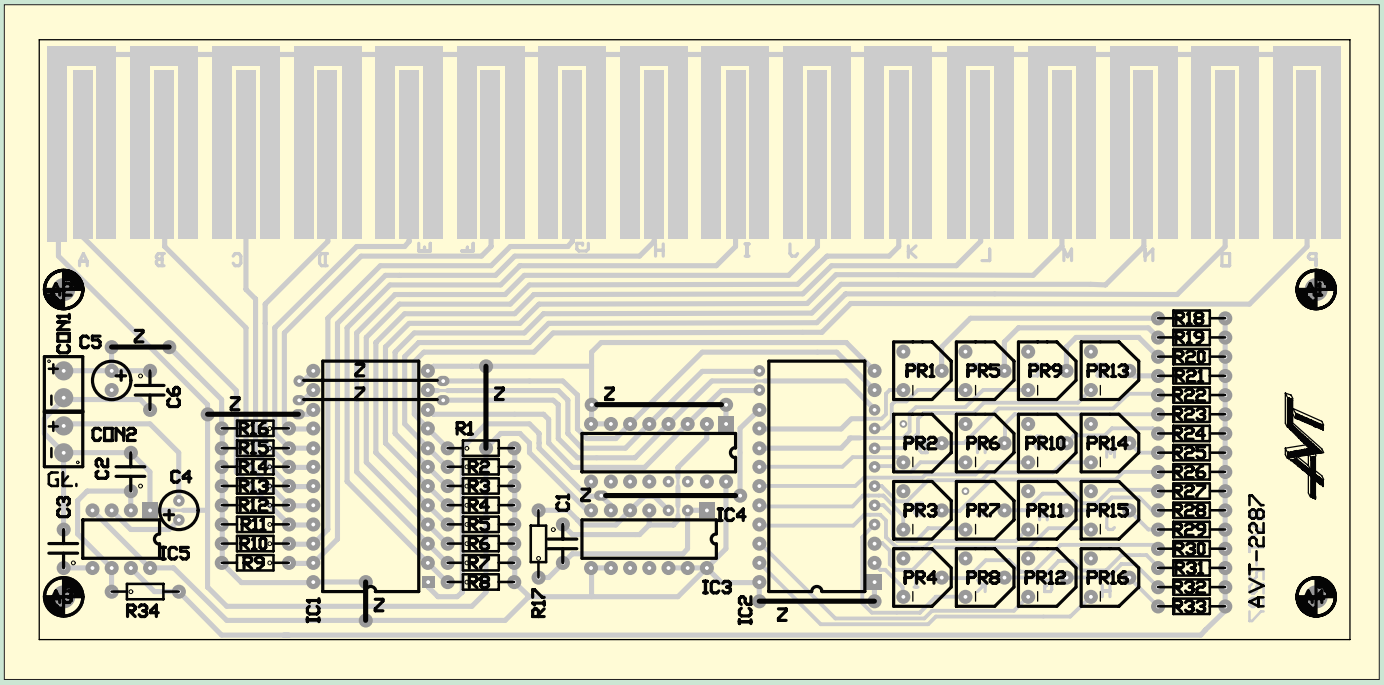
Układ organków może być zasilany dowolnym napięciem dozwolonym dla rodziny CMOS, najlepiej dobrze stabilizowanym. Ze względu na niewielki pobór prądu sugerowałbym zastosowanie zasilania bateryjnego 9V.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie elementów. Uwagę Czytelników zwrócą z pewnością wytrawione na płytce i pozbawione solder maski pola klawiatury sensorowej Tak więc zbędne będą jakiekolwiek prace mechaniczne i wykonywanie klawiatury: zmontowany układ będzie od razu gotowy do



Rys. 1. Schemat ideowy



Rys. 2. Schemat montażowy

pracy. Wykonanie płytki z polami dotykowymi klawiatury spowodowało jednak znaczne zwiększenie jej rozmiarów i zdeterminowało konieczność, ze względu na koszty, zastosowania laminatu jednowarstwowego. To z kolei pociągnęło za sobą konieczność umieszczenia na płytce kilku, tak przez Was i przeze mnie nie lubianych zworek. Myślę jednak, że w tym wypadku ich zastosowanie jest w pełni umotywowane: pomyślcie tylko, ile kosztowałaby płytka dwustronna z metalizacją tych wymiarów!

Od tych właśnie paskudnych zworek rozpoczniemy montaż układu. Po wykonaniu zworek lutujemy podstawki pod układy scalone. Podstawki są absolutnie konieczne ponieważ układ będzie prawdopodobnie pracował w wyjątkowo ciężkich warunkach: w rękach dzieci i uszkodzenie któregoś z układów scalonych jest wysoce prawdopodobne.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymaga uruchamiania, ale jedynie dostrojenia potrzebnych częstotliwości akustycznych. Z elementami takimi jak na schemacie zakres regulacji obejmuje ponad cztery oktawy, a strojenia możemy dokonać za pomocą miernika częstotliwości. Jeżeli takiego miernika nie posiadamy, to możemy zestroić nasz instrument „na słuch", korzystając z pomocy (jeżeli sami, podobnie jak niżej podpisany, nie znamy się na muzyce) muzykalnego kolegi.

Jeszcze jedna uwaga praktyczna: zastosowane w układzie modelowym potencjometry montażowe zostały dobrane tak, aby umożliwić szeroki zakres strojenia, niestety kosztem jego dokładności. Jeżeli więc zależy Wam na idealnym dostrojeniu instrumentu, to warto zastosować następującą metodę postępowania:

Wykaz elementów

Rezystory
PR1 PR16: 220kΩ
R1 R16: 1,5MΩ
R17: 100kΩ
R18 R33: 4,7kΩ
R34: 24kΩ

Kondensatory
C1: 1nF
C2: 22nF
C3: 10nF
C4: 220µF/16
C5: 1000uF/16
C6: 100nF

Półprzewodniki
IC1, IC2: 4067
IC3: 4011
IC4: 4520
IC5: NE555

Pozostałe
CON1, CON2 (LS1): ARK2 (3,5)mm
LS1: Głośnik 8R

W płytkę lutujemy jedynie jedną parę rezystor + potencjometr montażowy i przy zwartym na stałe do masy klawiszu ustawiamy kolejno potrzebne częstotliwości, za każdym razem mierząc rezystancję potencjometru montażowego. Następnie dobieramy odpowiednio rezystory R18 R33 i potencjometry montażowe tak, aby zakres regulacji był jak najmniejszy. Np. jeżeli sumaryczna wartość rezystancji potencjometr + rezystor przy danej częstotliwości wyniesie 50kΩ, to stosujemy rezystor 47kΩ i potencjometr montażowy 4,7kΩ.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2287.

Anteny początkującego radioamatora

Do czego to służy?

Niezbędnym elementem składowym każdego urządzenia radiowego, w tym odbiornika czy transceivera, jest system antenowy. Antena jest urządzeniem służącym – podczas odbioru – do zamiany energii fal elektromagnetycznych na napięcie w.cz., zaś podczas nadawania – do zamiany napięcia na falę elektromagnetyczną. Od poprawności wykonania i dopasowania anteny zależy zasięg radiowy. Trzeba zdawać sobie sprawę, że przy dobrym systemie antenowym i nadajniku małej mocy można osiągnąć lepsze rezultaty, niż przy złej antenie i mocy nawet kilkuset watów.

Ponieważ na adres redakcji napływają listy z prośbami o przedstawienie konstrukcji anten mogących współpracować z układami zaprezentowanymi na naszych łamach, postanowiliśmy podać podstawowe wiadomości o systemach antenowych oraz opis wykonania kilku najprostszych, a zarazem najtańszych, anten na pasmo 80m i 2m.

Jak to działa

W skład każdego systemu antenowego musi wchodzić część promieniująca oraz część zasilająca, a nierzadko także układ dopasowania.

Zadaniem części promieniującej, zwanej promiennikiem lub radiatorem, jest wypromieniowanie w przestrzeń dostarczonej do niego energii w.cz. Promiennik charakteryzuje się zakresem częstotliwości, impedancją wejściową, polaryzacją, współczynnikiem kierunkowości, zyskiem oraz wymiarami.

Wymiary anten zależą od częstotliwości fali, czyli od jej długości. Pomiędzy długością fali [λ] a częstotliwością [MHz] zachodzi następująca zależność:

$$\lambda = \frac{300}{f}$$

Pod względem polaryzacji anteny można podzielić na pionowe (ground plane) i poziome (dipol, Yagi...)

Linia zasilająca lub kabel antenowy, zwany także fiderem, ma za zadanie doprowadzić do części promieniującej anteny energię w.cz. z możliwie najmniejszymi stratami. W praktyce najczęściej stosuje się kable współosiowe o impedancji 50 lub 75Ω (telewizyjne) i płaskie linie dwuprzewodowe symetryczne o impedancji 300Ω (200...600Ω).

Jednym z ważniejszych parametrów linii zasilającej jest jej impedancja charakterystyczna, zwana opornością falową Zo, definiowana jako stosunek napięcia do prądu biegnącej przez linię fali.

Drugim parametrem kabla jest współczynnik skrócenia k, który określa długość fali w dielektryku. Dla kabla współosiowego z pełną izolacją k=0,66 zaś z izolacją spienioną k=0,8...0,85. Znajomość tego współczynnika jest potrzebna m.in. przy budowie transformatorów i symetryzatorów antenowych.

Trzeba pamiętać, że po zamknięciu linii na końcu rezystancją R=Zo w linii wystąpi tylko fala bieżąca i cała energia przesłana przez linię zostanie wydzielona na rezystancji. W przypadku, kiedy impedancja charakterystyczna linii jest różna od R, w linii wystąpi fala stojąca, zaś część energii zostanie odbita od anteny (tak zawsze bywa w rzeczywistości, w mniejszym lub większym stopniu). Im większe niedopasowanie, tym większa fala stojąca pojawi się w linii i tym większy będzie współczynnik odbicia. Współczynnik fali stojącej (WFS) jest równy stosunkowi obu impedancji:

$$WFS = \frac{Zo}{Z} \text{ lub } WFS = \frac{Z}{Zo}$$

i jest zawsze większy od 1.

Należy mieć świadomość, że im WFS jest większy, tym większa jest moc odbita wracająca do nadajnika, przekształcona zazwyczaj w energię cieplną. W wyniku tego zjawiska może dojść do uszkodzenia tranzystorów nadawczych oraz mogą pojawić się interferencje zakłócające odbiór telewizyjny i radiowy.

Przyczynami niedopasowania wywołującego zbyt duży WFS mogą być:
- niewłaściwa impedancja przewodu antenowego
- nieprawidłowo wykonany promiennik (zbyt długi lub zbyt krótki)
- niedopasowanie fidera do anteny
- wadliwe połączenie przewodu antenowego z masą lub z wtykiem.

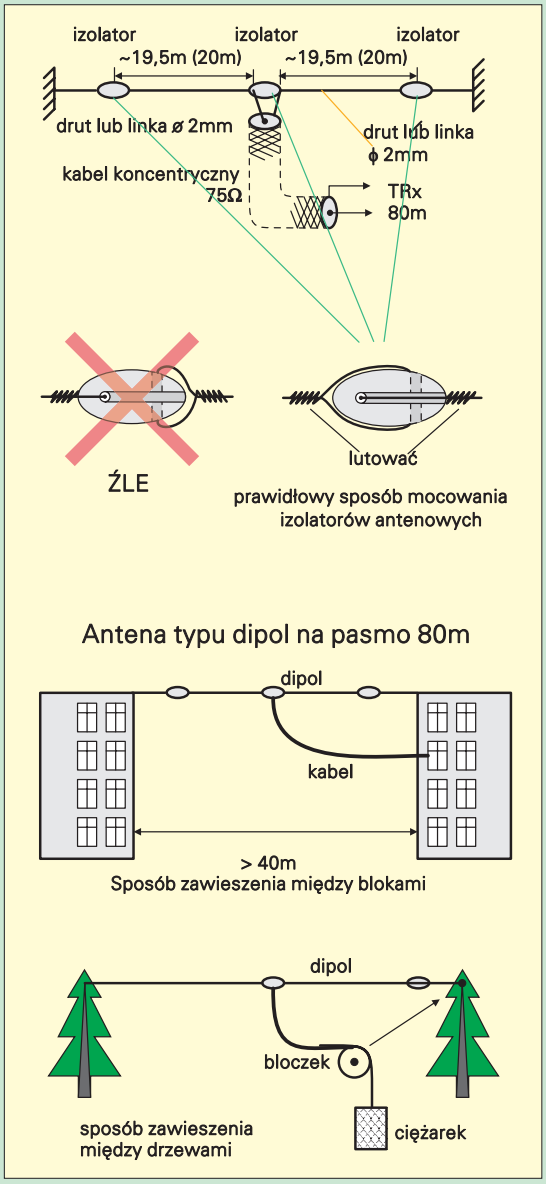
Układ dopasowania anteny do nadajnika lub kabla często bywa pomijany ze względu na znormalizowane impedancje 50, 75 czy 300Ω. Układem takim może być filtr typu Pi, który – oprócz właściwości transformujących impedancje we/wy – ma także właściwości filtracyjne (tłumienie częstotliwości harmonicznych).

Montaż i uruchomienie

Anteny poziome typu dipol

Anteny poziome to z reguły dipole półfalowe (λ/2) typu otwartego oraz typu zamkniętego, najczęściej stosowane w zakresie KF. Mają one znormalizowaną impedancję promieniowania (75Ω – dipole otwarte, 300Ω – dipole zamknięte), co eliminuje konieczność stosowania odrębnego dopasowania do linii zasilającej i pozwala na zasilanie np. typowym kablem telewizyjnym.

Charakterystyka promieniowania dipola półfalowego w płaszczyźnie poziomej ma kształt ósemki z maksimum przypadają-



Rys. 1.

cym w kierunkach prostopadłych do anteny. Długości dipola wylicza się ze wzoru:

$$I = \frac{\lambda}{2} \times k$$

gdzie

l – długość promiennika [m]

λ – długość fali [m]

k – współczynnik skrócenia zależny od rezystancji promieniowania (smukłości dipola; zawiera się w zakresie 0,86...0,98)

Na rysunku 1 pokazano sposób wykonania anteny dipol na pasmo 80m (3,5-3,8MHz) a na rysunku 2 na pasmo 2m (144-146MHz).

W zakresie UKF również stosuje się anteny dipolowe, tak zwane Yagi, w skład których wchodzą radiator, jeden lub więcej reflektorów, jeden lub więcej direktorów, wysięgnik oraz system umożliwiający dopasowanie – przekazywanie energii (symetryzator, układ typu gamma, beta...). Konstrukcja tych anten jest identyczna jak anten telewizyjnych (ale nieszerokopasmowych typu siatka).

Radiator w nich działa tak, jak zwykły dipol półfalowy: otrzymuje z nadajnika prąd wielkiej częstotliwości, a jego wielkość jest dopasowana do częstotliwości pracy. Pozostałe elementy, direktory i reflektory, są nazywane elementami biernymi.

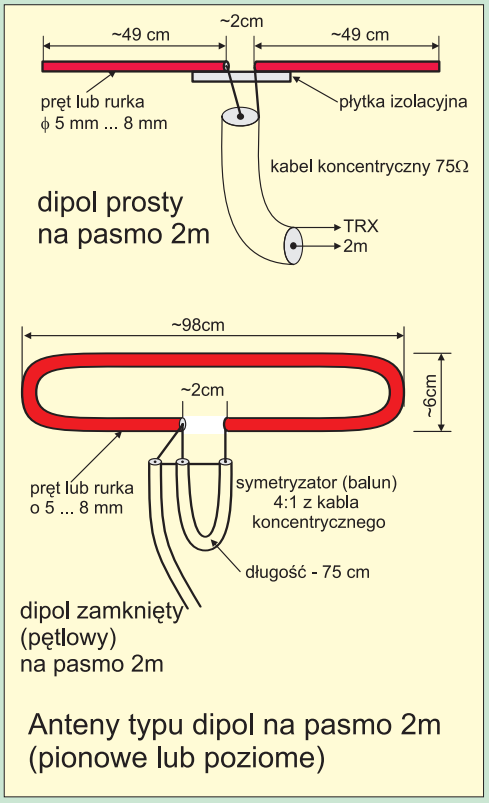
Poszczególne elementy anteny Yagi odbierają część energii emitowanej przez radiator, a ponieważ nie są z niczym połączone, reemitują ją z powrotem. W zależności od wzajemnego położenia danego elementu względem radiatora, ta wspólna emisja w danym kierunku albo się dodaje, albo odejmuje. Efekt ten nazywa się zyskiem i określa własności kierunkowe anteny. Elementy bierne mają inne wymiary, niż radiator (direktory są zawsze krótsze od radiatora o około 5 %, natomiast reflektory dłuższe o około 5 do 10 %).

Na UKF, a w tym i w paśmie 145MHz, najczęściej bywa stosowana antena ground plane („GP") – rysunek 3.

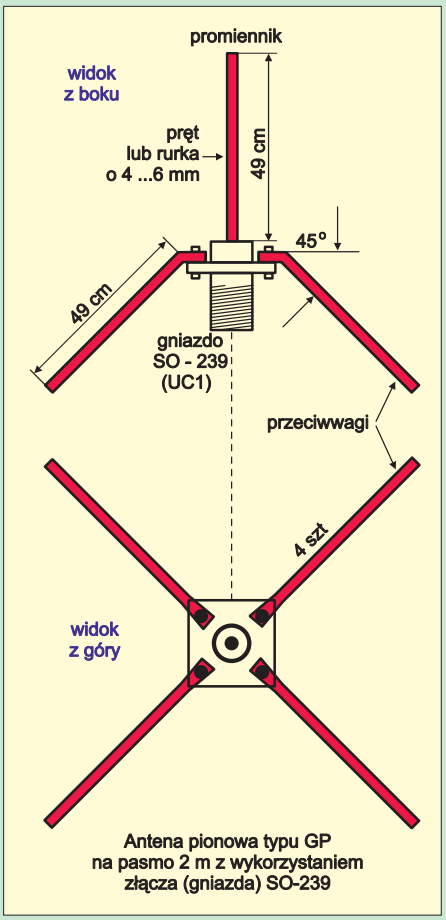
Jest to prosta i zarazem bardzo skuteczna antena nie tylko do łączności lokalnych, ale również do dalekich łączności, a przy tym posiada w płaszczyźnie poziomej dookólną charakterystykę promieniowania. Najprostsza ćwierćfalowa antena GP składa się z promiennika oraz z trzech lub czterech przeciwwag, które stanowią sztuczną płaszczyznę ziemi o długościach λ /4. Rezystancja promieniowania takiej anteny wynosi – w zależności od średnicy radiatora – 30...35Ω. W celu dopasowania do kabla o typowej impedancji 50Ω rozgina się przeciwwagi do dołu pod kątem 135 stopni (pozwala to wyeliminować konieczność stosowania dodatkowych transformatorów dopasowujących).

Współczynnik fali stojącej przedstawionych anten można określić przy pomocy specjalnego miernika zwanego reflektometrem, którego opis już zamieszczaliśmy na łamach EdW.

Warto wspomnieć, że oprócz prostych anten jednopasmowych krótkofalowcy chętnie wykorzystują anteny wielopasmowe, które mogą pracować na wszystkich podstawowych pasmach KF, ale są one już bardziej skomplikowane w budowie oraz strojeniu. Należy zdawać sobie sprawę, że z reguły antena wielopasmowa ma gorsze parametry, niż jednopasmowa. Konstrukcje tych anten są obszernie opisywane w literaturze.



Rys. 2.



Rys. 3.

Andrzej Janeczek

DRUKARKI FOTOGRAFICZNE

Nareszcie jakość fotograficzna!

Dla otrzymania cyfrowych fotografii o jakości porównywalnej z fotografiami fotochemicznymi nie wystarczy dysponować aparatem o wysokiej rozdzielczości, Jest jeszcze potrzebna drukarka jakości fotograficznej.

Jeśli chodzi o drukarki, to obecnie najlepsze wyniki uzyskuje się za pomocą Epson Stylus Color 800 (1440 dpi), (liderem na rynku drukarek foto jest Epson), PhotoSmart Printer Hewlett-Packarda (300 dpi), a także specjalizowane modele Fuji i Olympusa. Za pomocą tych ostatnich można nawet drukować zdjęcia bezpośrednio z aparatów tej samej marki.

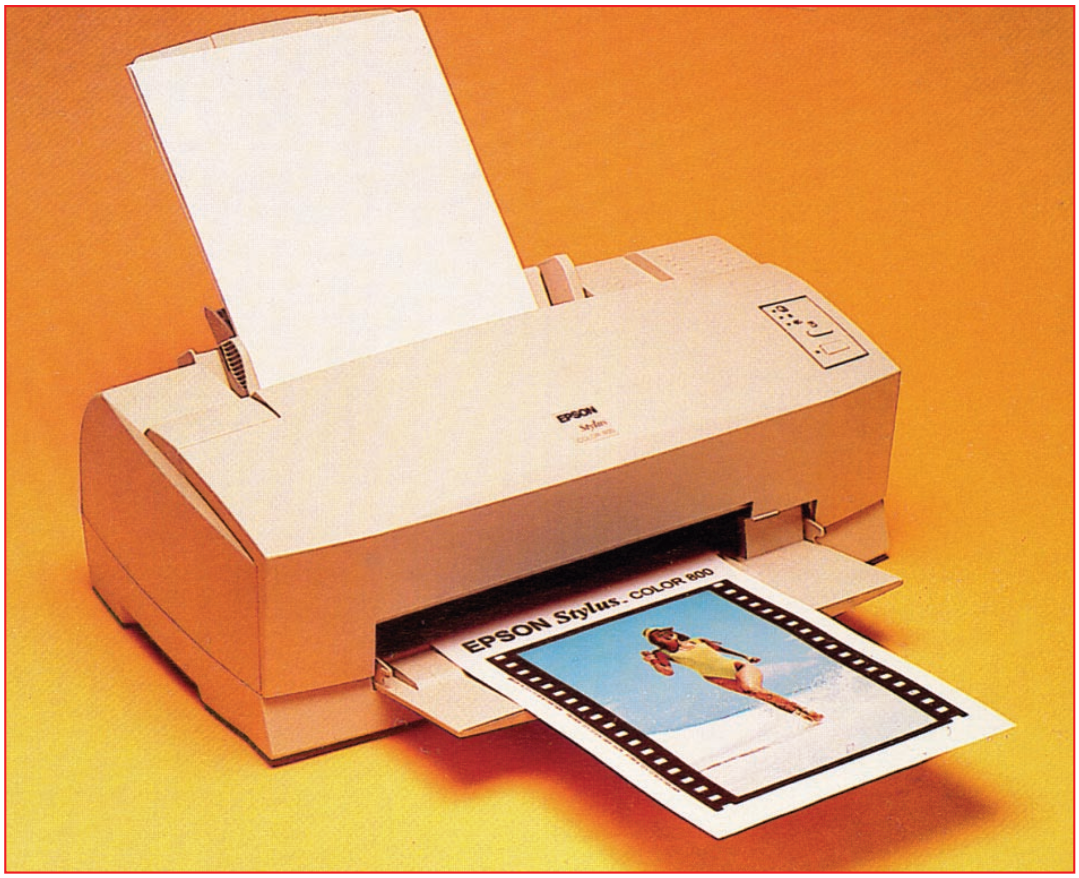
Niektóre z tych drukarek nie drukują zdjęć w formacie większym od

Cyfrowa drukarka foto Olympusa P-300E termosublimacyjna do formatu 9 x 13cm.

pocztówki, ale z nowszych modeli dla fotoamatorów (w cenie poniżej 1000 CHF ~ 2200zł) można otrzymać formaty do A4 bez marginesów. O większe formaty trzeba się zwrócić do wyspecjalizowanego laboratorium. W dwóch pierwszych z tych drukarek stosuje się technikę atramentową, a w dwóch drugich termo-sublimacyjną. Nie należy jednak sugerować się wyłącznie danymi technicznymi. Konstruktorzy amerykańscy użyli nowej technologii, która pozwala uzyskać wyniki porównywalne do japońskiego konkurenta Epson przy znacznie niższej rozdzielczości. Technologia ta polega ona na wyrzuceniu ośmiu kropelek atramentu zamiast trzech dla tej samej palety barw. Obserwując wydruk na papierze uzyskuje się przez to wrażenie wyrazistości porównywalnej z otrzymaną na wydruku za pomocą konwencjonalnej techniki atramentowej.

Warto jeszcze wspomnieć o drukarce Lexmark 7200 Color, której sekret jakości jest zawarty w wewnętrznym programie drukarki, sterującym sześcioma kolorami. Oddaje ona szczególnie dobrze odcienie ciała. Rozdzielczość wynosi 1200 x 1200 dpi przy szybkości druku trzech stron na minutę.

Drukarka Canon PhotoRealism do formatu A4 bez marginesu



Ambicją Lexmarka jest utrzymanie najwyższej jakości fotograficznej przy przystępnej cenie.

Drukarka foto pozwalająca samemu drukować swoje zdjęcia.

Drukarka Stylus Photo Epsona została uznana przez EISA za „Cyfrową drukarkę roku '97'98". Na fotografii nowa Epson Stylus Color 800 o maksymalnej rozdzielczości 1440 dpi i szybkości 7 zdjęć A4 na minutę. Sensacyjna Stylus Photo EX może drukować obrazy do formatu A3 (30 x 42cm) przy 1400 dpi. Będzie kosztować 980 CHF (około 2150zł).

SKANERY

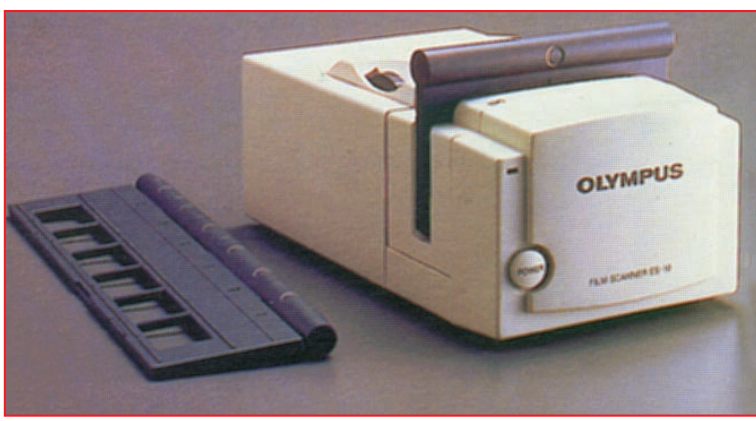
Wypunktowanie punktów

Canon Multipass C20 jest jednocześnie kolorową drukarką, kopiarką, faksem i skanerem do fotografii i dokumentów o rozdzielczości 400 x 400 dpi. Kosztuje 990 CHF (około 2180 zł).

Obecnie, gdy cena skanera stała się dostępna dla każdego, wszedł on w skład zespołu domowych urządzeń multimedialnych. Jest on przeznaczony do przetwarzania obrazów tradycyjnych w cyfrowe. Na przykład nowy system APS służy do przenoszenia zdjęć wykonanych na błonie fotochemicznej aparatem APS na komputerowy dysk twardy. Skaner Epsona FilmScan 200 akceptuje zarówno APS jak i film 24 x 36mm. Można znaleźć także skanery potrafiące przetwarzać tak obrazy na papierze, jak i diapozytywy i błony negatywowe. Istnieją również „pióra" nie tylko do przenoszenia wierszy tekstu, ale także do ich tłumaczenia na zapis tekstowy. Przoduje w tej dziedzinie belgijskie firma I.R.I.S., specjalizująca się w rozpoznawaniu pisma.

Ale najbardziej rozpowszechnionym typem skanera jest skaner plaski. Umieszcza się w nim dokument lub fotografię, i hop, znajduje się on na twardym dysku. Wszystkie wielkie firmy biurotyki je produkują. Poczynając od Agfy, przez H-P do Xeroxa.

Trzeba jeszcze wspomnieć o oryginalnym rozwiązaniu Canona. Kaseta atramentowa do jego drukarek BJC-4300 i BJC-4650 (drukarki kolorowe A3) może łatwo zostać zastąpiona przez IS-22, pierwszą na świecie głowicę digitalizującą do pęcherzykowych drukarek atramentowych. Dzięki niej można digitalizować fotografie, kolorowe obrazy, a także dokumenty, i zapisywać je na dysku komputera. Rozdzielczość tego procesu wynosi 360 dpi.



Skaner Olympus ES-10 może skanować zarówno filmy APS jaki 35mm. Jego rozdzielczość wynosi 1770 dpi.

Innym pomysłem Canona jest... wielofunkcyjny fax, który może także służyć w roli kopiarki komputerowej, drukarki kolorowej i foto (z kasetą foto i papierem o wysokiej rozdzielczości PhotoRealism), telefon i skaner. Jego rozdzielczość w tej ostatniej roli wynosi 400 dpi (optyczna 200 dpi). Jeszcze jednym silnym punktem tego uniwersalnego urządzenia jest jego przystępna cena (około 990 CHF ~ 2180zł).

Należałoby jeszcze na koniec odnotować pojawienie się nieba-

Minolta Quickscan 35 do skanowania filmów 35mm o rozdzielczości do 2820 dpi.

wem CS-1 Fuji, który z dziecinną łatwością (dwa dotknięcia klawiszy) importuje do edytora tekstów zeskanowane fotografie i teksty. Posługuje się przy tym najlepszym programem do rozpoznawania pisma, TextBridge firmy Xerox. CS-1 kosztuje tylko 400 CHF (około 880 zł).

Przy zakupie tego rodzaju urządzeń nie należy dać się zwodzić. Nie można mylić pojęcia rozdzielczości - liczby punktów na cal (dpi), którą może ono rozróżnić - z pojęciem zdolności urządzenia do powiększania, czasem wyrażanym także w dpi, które niektórzy sprzedawcy beztrosko mieszają.

Rozdzielczość 150 dpi wystarcza do kopiowania zdjęć, jednak bez ich powiększania. Jeżeli przewiduje się powiększanie, potrzebna będzie rozdzielczość co najmniej 300 dpi. Za normę dla skanerów domowych do odczytu zdjęć na papierze można przyjąć 150 do 800 dpi. Rozdzielczość skanerów do negatywów musi osiągać 2400 dpi (z powodu ich pomarańczowej maski).

Można się spotkać z rozdzielczością 8000 dpi. Dotyczy ona sprzętu profesjonalnego, którego ceny przekraczają 40000 CHF (około 88000 zł)!

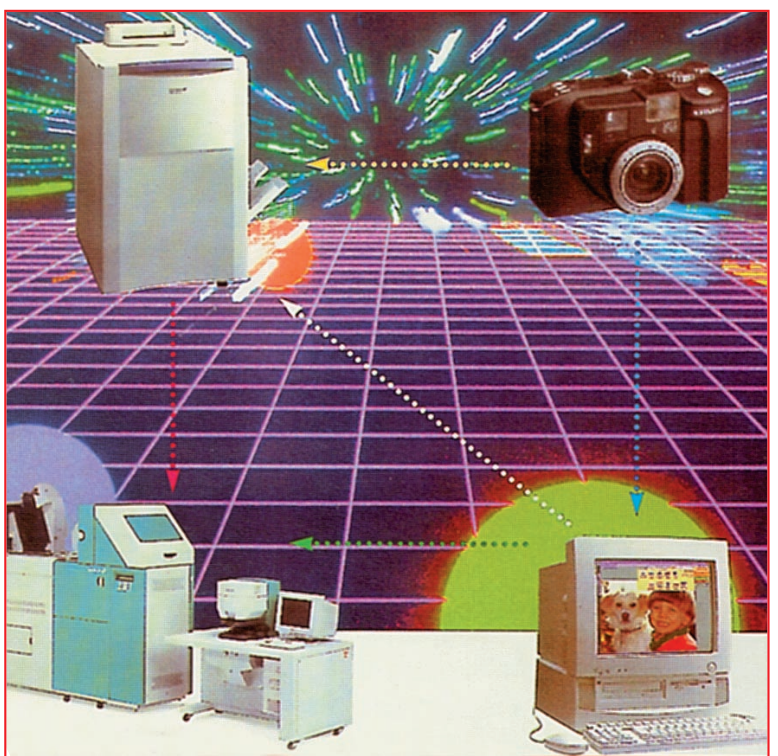
Są jeszcze inne kryteria porównywania sprzętu domowego. Dotyczą one zdolności dynamicznej lub zdolności odtwarzania szczegółów o różnej jaskrawości, oraz szybkości przetwarzania. Ta ostatnia zależy od wybranej rozdzielczości. Trudno więc tu przytaczać liczby porównawcze.

Skaner, narzędzie do przetwarzania obrazów tradycyjnych w cyfrowe.

PAPIERY I USŁUGI LABORATORYJNE

Mój drogi papier

O ile większość zwyczajnych drukarek zadawala się niemal dowolnym papierem, to drukarki foto są pod tym względem bardzo wybredne. Muszą otrzymywać papier specjalnie dla nich przeznaczony. Skutkiem użycia papieru Epson lub Canon PhotoRealism w drukarce H-P PhotoSmart lub na odwrót będą prawdopodobnie obrazy w ładnych kolorach, nie mające jednak wiele wspólnego z fotografiami, które miały być wydrukowane. Kropelki farby na nie odpowiedniej dla nich powierzchni mogą w sposób przypadkowy rozpływać się albo kurczyć. Najmniej „trudna" pod tym względem jest Epson Stylus Photo, której jednak kolory są łagodniejsze niż PhotoSmart H-P. Trzeba jeszcze dodać, że cena papieru jest ciągle jeszcze wysoka (około 1 CHF ~ 2 zł 20 gr za arkusz A4).



Z braku perspektywy czasowej trudno obecnie przewidzieć trwałość papieru i atramentu. Mimo wszystko Hewlett-Packard gwarantuje 3 letnią trwałość swoich fotografii, pod warunkiem nie wystawiania ich na światło i 25-letnią, jeżeli są chronione w albumie.

Laboratoria fotograficzne zaczęły się już interesować zdjęciami cyfrowymi. Wyspecjalizowany fotograficzne przedsiębiorstwa handlowe proponuje już całą gamę usług cyfrowych. W pierwszym rzędzie przenoszą zdjęcia na dyskietki 3,5".

Nie zapominając o możliwościach Photo CD Kodaka, trzeba wspomnieć o ostatnich inicjatywach wielkich laboratoriów fotograficznych, które za pośrednictwem sieci typu Intranet zbierają składane w punktach detalicznych zamówienia poszczególnych klientów, przetwarzają je i odsyłają. Nośnikami zdjęć mogą być Photo CD, CD-ROM, dyskietki lub karty pamięciowe. Inną z nowych możliwości dla amatorów jest wysyłanie zdjęć do laboratorium pocztą elektroniczną i zamawianie wydruków w formatach aż do plakatowych.

Do odbitek cyfrowych wysokiej jakości jest niezbędny specjalny papier.

Funkcja kabli w urządzeniach audio lub w sprzęcie nagłośnieniowym jest w zasadzie oczywista. Ich zadaniem jest transmisja sygnałów audio między poszczególnymi segmentami sprzętu z możliwie najmniejszymi zniekształceniami. Od niepamiętnych czasów toczy się dyskusja dotycząca znaczenia wszelkich kabli połączeniowych. Można powiedzieć, że pojawiają się dwie skrajne postawy: jedni mówią o braku jakiegokolwiek wpływu kabli na jakość dźwięku, inni twierdzą, że mają one duży wpływ na ostateczną jakość dźwięku i absolutnie nie można pomijać ich znaczenia.

Wyrazem tej ostatniej postawy są testy kabli, a zwłaszcza określenia używane w takich testach. Co ciekawe, w wielu ocenach jakości poszczególnych kabli zupełnie pomija się parametry techniczne, które można obiektywnie zmierzyć za pomocą mniej czy może bardziej wyrafinowanej aparatury pomiarowej. Tymczasem sceptycy przypuszczają, że jeśli te kable czymś istotnym się różnią, to na obecnym etapie rozwoju techniki „to coś" można zmierzyć, choćby używając supernowoczesnej, kosmicznej aparatury. Czy więc testy opierają się na jakichś subtelnych różnicach w parametrach? Nic takiego! Testy kabli zamieszczane w specjalizowanych periodykach zawierają przede wszystkim subiektywne opinie jakiegoś specjalisty, który zresztą częstokroć kryje się pod pseudonimem lub sygnuje artykuł jedynie inicjałami. Oto kilka ciekawszych próbek, zaczerpniętych z takiego testu:

„To jeden z najbardziej dynamicznych kabli tego testu. W połączeniu z basem daje mieszankę piorunującą. Składy akustyczne, dzięki znakomitej selektywności oraz precyzji w oddawaniu detali były prezentowane bardzo efektywnie. Przestrzeń w nagraniach chorałowych zbliżyła się do osiągnięć Siltecha (nazwa innego kabla) w tej dyscyplinie, wszelkie pogłosy oraz echo i odbicia w nagraniach z kościołów i klasztorów rysowały kontury pomieszczeń."

Tak więc dzięki temu właśnie kablowi rzekomo możemy zorientować się, czy pomieszczenie jest kwadratowe, czy okrągłe. Inny cytat:

„Ten amerykański srebrny kabel odznacza się niezwykłą delikatnością, lekkością, wręcz zwiewnością i eterycznością. Brzmienie jest koronkowe, piękne, ale bez odpowiedniej wagi – miłośnicy „uderzenia" zapierającego dech powinni raczej go omijać"

Złośliwcy powiedzą: to można rozumieć! „Uderzenie" takim kablem może rzeczywiście zapierać dech i należy go unikać; chyba że w tym wypadku autorom testu chodzi o mocne muzyczne uderzenie.

„Zdecydowanie podobał mi się jego (kabla) sposób prezentacji. Mikstura miękkości, potęgi oraz precyzji. Doskonałe wokale żeńskie i męskie. Choć przy dłuższym odsłuchu dał się zauważyć pewien brak gładkości, ale skala i przestrzeń były wciąż wysokiej próby. Choć wygląda jak kabel od lampki nocnej, mogę go gorąco rekomendować." (...)

„Bas był obecny (w kablu), ale pozostawał nieco schowany, leniwy, nie prezentował specjalnej gamy możliwości, tak jakby ten zakres częstotliwości nie budził większego zainteresowania konstruktorów."

„Nie zdruzgotał nas ten kabel, ale także i nie znudził. Bas dość silny, lekko spowolniony. Może bez supergrzmotnięcia, ale wystarczający do budżetowych systemów."

„Prezentacja mikrodetali nie pozostawiała nic do życzenia, tak samo jak selektywność. Bardzo dobra przestrzeń. Kabel ten prezentuje muzykę w niezwykle ekscytujący i przykuwający uwagę sposób. Jest to kabel mogący zadowolić bardzo różnych słuchaczy o różnych gustach muzycznych. Jest dostatecznie neutralny i dokładny, aby zasłużyć na miano kabla audiofilskiego, a z drugiej strony wszyscy raperzy i technoinfradźwiękowcy również mogą zrobić z niego doskonały użytek."

Czy można więc dziwić się, że liczna rzesza elektroników, wychowana w duchu „szkiełka i oka" czytając takie teksty podejrzewa, że chodzi o gruby szwindel, podobny jak w tych „cudach", których „kto nie jest godny, ten nie zobaczy"... I że wszyscy te cuda widzą, bo nikt się nie wychyli i nie przyzna, że nie jest godny.

A jak jest w rzeczywistości? Czy cały ten hałas wokół kabli to głośna propaganda napędzana przez producentów, którzy nadzianym snobom chcą wcisnąć kolejne zupełnie niepotrzebne rzeczy i nieźle na tym zarobić? A może kable naprawdę mają duży wpływ na końcowy efekt i nie powinno się na nie szczędzić kasy?

Odpowiedzi na te pytania niech udzielą sami Czytelnicy. Niech wybiorą bardziej lub niej radykalne stanowisko, które ich satysfakcjonuje. A my w niniejszym artykule zajmiemy się parametrami jak najbardziej namacalnymi, które można zmierzyć, i to bez wypożyczania aparatury pomiarowej z NASA. Zajmiemy się dwoma oddzielnymi problemami:

– kablami głośnikowymi
– kablami sygnałowymi.

Na początek należy bardzo mocno podkreślić, że przeciętny audiofil zanim zajmie się doborem typu kabla i jego długości, przede wszystkim powinien uwzględnić i doprowadzić do porządku sprawy, które mają nieporównanie większy wpływ na efekt końcowy: właściwe rozmieszczenie głośników, właściwości akustyczne pomieszczenia oraz odpowiedniej jakości materiał muzyczny. Tego nie da się pominąć ani przeskoczyć. Na nic zda się grzebanie w kablach, jeśli nie poprawi się tych kilku zasadniczych rzeczy. Tak więc na brzmienie dźwięku należy spojrzeć znacznie szerzej. I na pewno kable nie są tu kluczowym elementem Ale tym razem zajmijmy się wyłącznie kablami.

Przede wszystkim należy zadbać, by głośniki połączone były z sobą w „fazie". Gdyby tak nie było, charakterystyka częstotliwościowa zostałaby poważnie zakłócona, zwłaszcza w zakresie niskich częstotliwości. To chyba jest dla wszyst-

kich oczywiste. Czyli fazowanie przede wszystkim! A dalej?

Zacznijmy od sprzętu wysokiej klasy. Czasem zdarzają się sytuacje, że ktoś posiadając dobrej klasy zestaw Hi-Fi, a nawet High-End, nie czuje się w pełni usatysfakcjonowany jego brzmieniem, wyczuwa natomiast różnice między kanałami, a i z mocą zestawu coś jest nie tak. Okazuje się, że jednym ze źródeł problemów mogą być kable.

Każdy przewodnik, a co za tym idzie również kabel, można opisać za pomocą podstawowych parametrów elektrycznych: rezystancji, pojemności i indukcyjności. Są one stosunkowo łatwe do zmierzenia. W związku z tym mogą nasunąć się tu pytania: W jakim stopniu i czy w ogóle zmiana tych parametrów spowoduje zauważalne efekty w jakości odtwarzania dźwięku? Tu jako istotną ciekawostkę można podać, że wyrafinowani słuchacze w optymalnych warunkach odsłuchowych są w stanie wykryć wahania w poziomie sygnału wynoszące 0,2 dB! Choć mało jest takich osób, ta informacja pokazuje problem kabli w nieco zdrowszych proporcjach. Jeśli kable mają jakiś wpływ, to jest to wpływ niewielki, i wpływ ten da się zauważyć tylko w sprzęcie wysokiej klasy i tylko przez nielicznych szczęśliwców(?) obdarzonych nieprzeciętnym słuchem.

Na co więc zwracać uwagę przy okablowywaniu sprzętu Hi-Fi lub sprzętu nagłośnieniowego, żeby osiągnąć maksymalne efekty? Co uwzględniać, a czym się zupełnie nie przejmować?

Podejdźmy do sprawy metodą „szkiełka i oka". Niezależnie od typu przewodu, interesować nas będą następujące jego parametry:
– rezystancja
– indukcyjność
– pojemność.

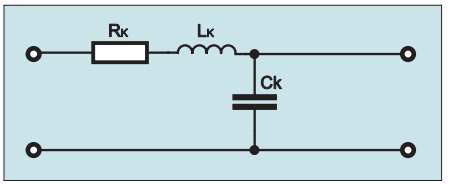
Tabela 1

Rezystancja przewodów głośnikowych

Sumaryczna rezystancja (w mΩ, tzn. jednej tysięcznej oma) obu żył jednego metra przewodu głośnikowego przy podanym przekroju i odpowiadającej średnicy żyły miedzianej.

Przekrój	Średnica	Rezystancja
0,75 mm^2	1,00 mm	46,0 mΩ
1,00 mm^2	1,13 mm	34,5 mΩ
1,50 mm^2	1,38 mm	23,0 mΩ
2,00 mm^2	1,60 mm	17,2 mΩ
2,50 mm^2	1,78 mm	13,8 mΩ
3,00 mm^2	1,95 mm	11,5 mΩ
4,00 mm^2	2,26 mm	8,6 mΩ
6,00 mm^2	2,76 mm	5,7 mΩ
10,00 mm^2	3,57 mm	3,5 mΩ

W przypadku sygnałów akustycznych o częstotliwościach co najwyżej do 20...30kHz, długość fali (rzędu 10km) jest wielokrotnie większa niż długość używanych w praktyce kabli, dlatego można spokojnie pominąć zjawiska falowe i bez utraty dokładności znacznie uprościć obliczenia. W konsekwencji przewód połączeniowy audio można traktować jako element (czwórnik liniowy), który w istocie składa się z rezystancji oraz indukcyjności przewodu, oraz pojemności między żyłami. **Rysunek 1** pokazuje schemat zastępczy każdego kabla dla częstotliwości z zakresu audio.



Rys. 1.

Rezystancja zależy oczywiście przede wszystkim od średnicy żył (oraz materiału), indukcyjność zależy od wymiarów żył, długości i od kształtu przewodu, natomiast pojemność od długości, od odległości między żyłami oraz materiału izolacji.

Ściślej biorąc, można jeszcze uwzględnić rezystancję, włączoną równolegle do pojemności C. Nie jest to upływność dla prądu stałego, tylko dla przebiegów zmiennych. Rezystancja ta reprezentuje straty w dielektryku, a dokładniej straty dielektryczne w materiale izolacji. Ponieważ jednak nawet dla częstotliwości dziesiątków kiloherców ta rezystancja strat wynosi setki i tysiące megaomów, można ją pominąć.

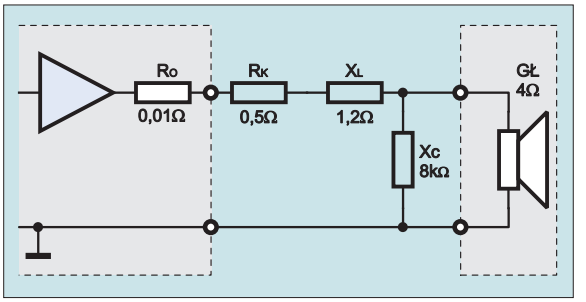
Na placu boju pozostają: rezystancja (omowa) przewodu R, indukcyjność L i pojemność C. Jakiego rzędu są to wielkości?

Zastanówmy się wspólnie. Rezystancję przewodnika o długości l, przekroju S, wykonanego z materiału o rezystywności ρ obliczamy ze szkolnego wzoru:

$$R = \frac{\rho \times l}{S}$$

Dla miedzi ρ=0,01724 Ωmm^2/m
Dla srebra ρ=0,01612Ωmm^2/m
Dla złota ρ=0,02222Ωmm^2/m

Stąd na przykład 1 metr drutu miedzianego o przekroju 1mm^2 (nie mylić ze średnicą, która wtedy wynosi 1,13mm) ma rezystancję 0,017Ω czyli 17mΩ. Należy zauważyć, że jest to rezystancja jednej żyły, a przecież nasz przewód ma dwie żyły. Wypadkowa rezystancja dwużyłowego kabla wyniesie więc 34mΩ/m. Zamiast przeprowadzać takie obliczenia, można skorzystać z danych zawartych w tabeli 1. Podano tam wypadkową rezystancję dwóch żył dla jednego metra przewodów o różnych przekrojach.



Rys. 2.

Wypadkowa indukcyjność dwużyłowego przewodu nie jest większa niż 1μH/m (mikrohenr na metr), natomiast pojemność nie powinna przekroczyć 100...200pF/m (pikofaradów na metr), a zwykle będzie znacznie mniejsza.

Obliczmy więc z grubsza, jakie parametry będzie miał dziesięciometrowy dwużyłowy przewód miedziany o przekroju żyły 0,75mm^2. Zgodnie z **tabelą 1** rezystancja będzie równa 0,46Ω. Indukcyjność wyniesie, powiedzmy 10μH, a pojemność przyjmijmy równą 1000pF (1nF). Pokazuje to **rysunek 2**.

Obliczmy teraz jakie to da oporności dla częstotliwości 20kHz.

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$
$$X_L = 2\pi fL$$

Stąd

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times 20kHz \times 1nF} = \frac{1}{6{,}28 \times 2 \times 10^4 \times 10^{-9}} = 7{,}96k\Omega$$
$$X_L = 2 \times \pi \times 20kHz \times 10\mu H = 1{,}26\Omega$$

Co wynika z tych danych? Jeśli taki przewód zostałby użyty do połączenia wzmacniacza z kolumnami 4-omowymi, sytuacja będzie wyglądać mniej więcej tak jak na **rysunku 3a**. Rezystancja wewnętrzna (wyjściowa) wzmacniacza mocy jest bardzo mała, rzędu drobnych ułamków oma. Co najważniejsze, rezystancja i reaktancja indukcyjna przewodu będą porównywalne z opornością obciążenia! Ponieważ impedancja głośnika wynosi zazwyczaj 4Ω lub 8Ω, nawet niewielki opór kabla (włączony szeregowo z głośnikiem) da o sobie znać spadkiem napięcia, a w konsekwencji pewną utratą mocy w głośnikach. Natomiast pojemność ze swą reaktancją powyżej 8kΩ nie ma praktycznie wpływu, dlatego ostatecznie sytuacja wygląda jak na **rysunku 3b**, gdzie impedencja Z reprezentuje

zarówno rezystancję drutu, jak i reaktancję indukcyjną.

Dla oszacowania strat rezystancyjnych kabla zamiast przeprowadzać obliczenia, możesz wykorzystać miernik (omomierz) cyfrowy, choćby 3,5-cyfrowy miernik uniwersalny, który pozwoli zmierzyć rezystancje z rozdzielczością 0,1Ω. W celu pomiaru oporu przewodów głośnikowych, zewrzyj obie żyły od strony głośnika i zmierz rezystancję od strony wzmacniacza. Zwykle opór ten będzie znacznie mniejszy niż 1Ω, dlatego miernik powinien być wcześniej skalibrowany i przy zwarciu jego własnych przewodów powinien pokazywać „0". Gdyby nie było możliwości kalibracji, należy zapisać wartość tego co pokazuje miernik przy zwarciu jego własnych przewodów i po zmierzeniu oporności przewodu głośnikowego odjąć tę wartość. Będziesz miał wtedy faktyczną wartość oporności mierzonego przewodu. Wspominam o tym celowo, ponieważ niejeden „fachowiec", przy pomiarach zapomniał o tym, że mało który miernik przy zwarciu omomierza pokazuje „0". Podam pewien skrajny przykład: gdyby okablowanie miało oporność 3,3Ω przy nominalnym obciążeniu 8Ω, to wyjściowa moc w kolumnach zostanie zredukowana aż o połowę!!! Dlatego nawet w sprzęcie średniej klasy należy dążyć do tego, żeby całkowity opór przewodów, przy obciążeniu 8Ω, utrzymywał się na poziomie poniżej 0,5Ω. Można to osiągnąć stosując grubsze przekroje przewodów. Jest więc o co powalczyć.

Przy sprzęcie wysokiej klasy obowiązuje zasada, że całkowita rezystancja kabla łączącego wzmacniacz mocy z głośnikiem nie powinna być większa niż w przybliżeniu 1/100 impedancji znamionowej głośnika, czyli w przypadku 8Ω będzie to nie więcej niż 80mΩ. Wielu melomanów twierdzi, że właśnie odpowiedniej jakości kable głośnikowe zapewniają znaczący skok jakościowy w odbiorze dźwięku. Ale bardzo dobre kable – bardzo dobrze kosztują – od około 10 zł za metr bieżący do około 500(!) zł za metr. Nie wpadajmy jednak w przesadę. Czy trzeba zastosować jakiś koszmarnie gruby przewód? Na podstawie tabeli 1 (Rezystancja przewodów głośnikowych), możesz wyliczyć wymagany przekrój przewodu, na podstawie wymaganej długości kabla. Przy obliczeniach trzeba pamiętać o tym, że łączną rezystancję wylicza się z oporności jednego metra przewodu, mnożąc ją przez wymaganą długość. Powiedzmy, że zastosujesz przewód o przekroju 1,5mm^2 i długości 3m. Rezystancja wyniesie około 70mΩ – w porządku – a więc nawet przy typowym przekroju nie ma się o co martwić.

Ale uwaga – można się tu natknąć na przykrą niespodziankę, gdy przewody do obu kolumn będą różnej długości. W każdej sytuacji trzeba pamiętać o tym, że przewody głośnikowe w obu kanałach zawsze powinny mieć jednakową długość. I to wcale nie ze względu na różnice głośności obu kolumn, tylko ze względu na możliwe różnice barwy dźwięku.

Barwy dźwięku? Właśnie tak! Niejeden meloman dziwił się, dlaczego głośniki nie brzmią jednakowo, a prawdziwa przyczyna tego tkwiła właśnie w różnej długości kabli. Różna była rezystancja poszczególnych przewodów, która następnie dodawała się do rezystancji wyjściowej kanałów wzmacniacza mocy. To spowodowało, że tak zwane tłumienie w obu kanałach wzmacniacza było różne i przez to dała się zauważyć niewielka, ale jednak zauważalnie różna barwa dźwięku obu kolumn.

Czyli notujemy ważną zasadę: **oba przewody głośnikowe powinny mieć jednakową długość**.

Ale to nie wszystko. Często jest tak, że głośniki nie są równo oddalone od wzmacniacza. Co należy zrobić w takiej sytuacji? I w tym wypadku kable głośnikowe powinny być jednakowej długości. Pozostawiony nadmiar kabla od bliższego głośnika, powinien zostać ułożony w formie zygzaka. Absolutnie nie należy zwijać go w pętlę, gdyż zwinięcie przewodu spowodowałoby znaczny wzrost indukcyjności i tym samym zachwianie równowagi między poszczególnymi kanałami.

Należy przy tym pamiętać o podstawowej zasadzie – wzmacniacz powinien być jak najbliżej kolumn, a ściślej: przewody głośnikowe powinny być jak najkrótsze. Dzięki temu będą mieć mniejszą rezystancję, a co za tym idzie – mniejsze będą też straty w sygnale fonicznym podczas transmisji i co najważniejsze – takie same będzie tłumienie i obie kolumny będą pracować w identycznych warunkach.

Stwierdziliśmy wspólnie, że kable głośnikowe powinny być jak najkrótsze, gdyż im mniejsza rezystancja kabli tym lepiej. Jednak rezystancję można obniżyć innym sposobem – po prostu stosując kable o większym przekroju. Nie jest to jednak najlepsza droga. Należy bowiem uważać, by obniżenie rezystancji przez przesadne zwiększenie powierzchni przekroju poprzecznego przewodnika nie doprowadziło do zwiększenia indukcyjności, co może spowodować dużo większe straty w jakości przetwarzania niż zyski wynikające z obniżenia rezystancji. Jest to jak najbardziej realne, bo indukcyjność linii dwużyłowej zależy od stosunku odległości między żyłami i średnicy tych żył. A jak pokazały wcześniejsze obliczenia, opór indukcyjny może być większy od oporu czynnego (rezystancji miedzi).

Ponadto przy zwiększaniu średnicy żył da o sobie znać kolejne szkodliwe zjawisko...

Zjawisko naskórkowości

Zjawiskiem, o którym nie wolno zapominać jest efekt „naskórkowy". Polega on na tym, że prąd przy wyższych częstotliwościach płynie po zewnętrznej powierzchni przewodu, a nie przez cały przekrój. Można powiedzieć, że prąd zmienny sam się wypiera z wnętrza przewodu, na skutek oddziaływań magnetycznych z samym sobą.

Oto wzór na głębokość wnikania w zależności od częstotliwości:

$$e = 15{,}9\sqrt{\frac{\rho}{\mu_r \times f}}$$

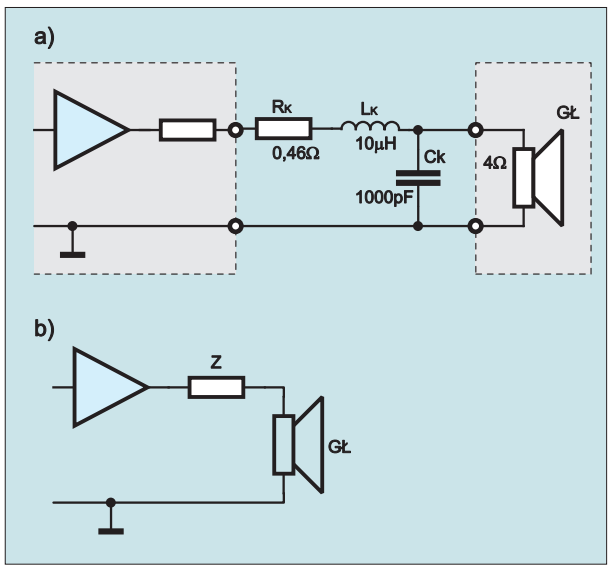
gdzie ρ dla miedzi = 0,017Ωmm^2/m, μ_r miedzi należy przyjąć równe 1, a częstotliwość f podać w kilohercach. Głębokość wnikania e wyjdzie w milimetrach.

Dla miedzi wzór ten można uprościć do postaci

$$e = \frac{2{,}1}{\sqrt{f}}$$

Gdzie częstotliwość trzeba podać w kilohercach, a wynik otrzymuje się w milimetrach. Jak łatwo obliczyć, prąd zmienny o częstotliwości 20kHz ma głębokość wnikania wynoszącą tylko 0,47 mm, a więc płynąc przez przewód głośnikowy o przekroju wynoszącym np. 6mm^2 (odpowiada to średnicy 2,8mm), prąd o tej częstotliwości ma do dyspozycji jedynie 3,2mm^2 zamiast pełnego 6mm^2 przekroju, jakim przepływa prąd stały.

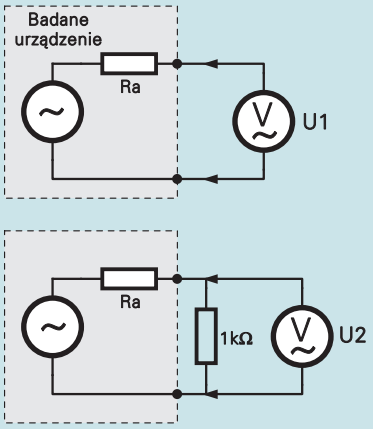
Rys. 3.



Pomiar rezystancji wyjściowej

Do pomiarów potrzebny będzie cyfrowy multimetr na zakresie napięcia zmiennego 2V (lub 200mV) oraz rezystor o wartości 1kΩ.

Układ pomiarowy pokazany jest na rysunku.



Jedynym problemem będzie uzyskanie sygnału o stałej amplitudzie i częstotliwości 50Hz...1kHz. W przypadku odtwarzacza kompaktowego można wykorzystać płytę testową i znaleźć na niej track z tonem 100...500Hz o poziomie –6dB lub 0dB. W przypadku magnetofonu można użyć taśmy testowej lub nagrać ton z generatora. W przypadku tunera należałoby albo znaleźć jakiś ciągły sygnał (gwizd), albo spróbować wykorzystać szum.

Zasada pomiaru jest następująca: najpierw dołączając woltomierz do wyjścia według rysunku a mierzymy napięcie sygnału bez obciążenia (siłę elektromotoryczną) U1. Po dołączeniu rezystora 1kΩ (rysunek b) napięcie sygnału spadnie do wartości U2. Czym większa rezystancja wyjściowa Ra, tym więcej spadnie napięcie sygnału pod obciążeniem. Rezystancję wyjściową (w kiloomach) obliczymy z prostego wzoru:

$$Ra = \frac{U_1}{U_2} - 1$$

Dokładność i pasmo przenoszenia miernika nie mają żadnego znaczenia, ponieważ obie wartości napięcia mierzone są przy tej samej częstotliwości sygnału, a do obliczeń potrzebny jest jedynie stosunek napięć. Do pomiarów można użyć dowolnego, nawet najtańszego miernika, byleby miał odpowiedni zakres pomiaru napięć zmiennych.

Jak widać, przekrój zmniejszył się prawie o połowę i dlatego rezystancja linii dla dużych częstotliwości uległa podwojeniu! Tym razem chodzi o wzrost rezystancji, a nie pojawienie się reaktancji indukcyjnej, związanej z indukcyjnością przewodu.

Ale czy w podanym wcześniej przykładzie nie popełniliśmy błędu, nie uwzględniając naskórkowości? Dla przewodu o przekroju 0,75mm^2 głębokość wnikania(2 x 0,47mm) jest praktycznie równa jego średnicy, która wynosi około 1mm. Czyli dla takiego przekroju zjawisko naskórkowości na pewno nie da o sobie znać. Nawet przy przekroju 1 czy 1,5mm^2 wzrost rezystancji przy wysokich częstotliwościach będzie bardzo niewielki.

Wniosek? Żeby zmniejszyć efekt naskórkowości, należałoby stosować... jak najcieńsze przewody. Wówczas, gdy przewodnik ma średnicę równą najwyżej dwukrotnej wartości głębokości wnikania, to zawsze do dyspozycji jest pełny przekrój żyły i nie występuje zjawisko wzrostu rezystancji dla wyższych częstotliwości. Ale powstaje znowu problem, o którym mówiliśmy wcześniej, że jeśli przewody będą zbyt cienkie, to moc i tłumienie ... itd. Czy jest więc jakieś rozwiązanie? Tak. Aby uniknąć zjawiska naskórkowości należy stosować kabel, w którym każda z żył zbudowana jest z wielu skręconych, odizolowanych włókien, czyli plecionkę. Daje to zwiększenie sumarycznej powierzchni bocznej i automatycznie zmniejsza rezystancję kabla dla wysokich częstotliwości. A jeszcze prościej zastosować krótkie kable (2...2,5m).

Okazuje się jednak, że niektórzy jako przewody głośnikowe stosują kable koncentryczne, które charakteryzują się znacznie lepszymi właściwościami w zakresie naskórkowości niż kable płaskie. Dotyczy to zwłaszcza żyły zewnętrznej, gdyż ma ona znacznie większą powierzchnię niż przewód lity o takim samym przekroju. Kable koncentryczne szczególnie przydatne są w sytuacji, gdy w pobliżu sprzętu audio znajdują się źródła zakłóceń, typu komputer, telewizor itp. Są znacznie mniej podatne na zmiany warunków elektromagnetycznych otoczenia, a same również wypromieniowują mniej fal na zewnątrz. Oczywiście tu także obowiązują te same zasady odnośnie przekroju i rezystancji omowej.

Ale to nadal nie wszystko. Żeby ci do końca pomieszać w głowie, jeszcze jedna informacja. Są sytuacje, gdy korzystniej jest zastosować kabel o nieco... wyższej rezystancji omowej, niż wynika to z obliczeń, np. jeśli wzmacniacz ma silnie opadającą charakterystykę tłumienia. Wprawdzie pogorszy się łączny współczynnik tłumienia, zniweluje jednak jego silne opadanie i tym samym poprawi właściwości akustyczne.

Czy przypadkiem nie masz już dość tej magii? Jeśli tak, zapoznaj się z podsumowaniem.

1. W przypadku przewodów łączących wzmacniacz z kolumnami istotne znaczenie mają rezystancja i indukcyjność. Pojemność między żyłami w tym wypadku nie gra większej roli.

2. Przewody głośnikowe powinny być jak najkrótsze.

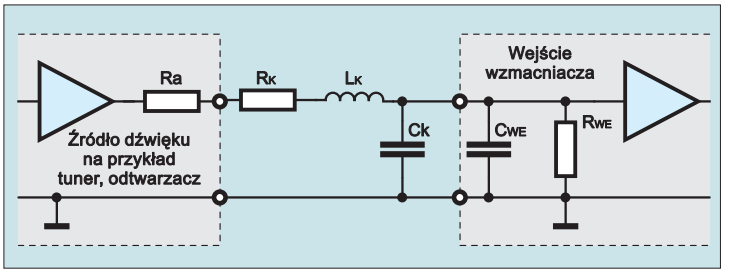
3. Oba przewody głośnikowe powinny mieć jednakową długość.

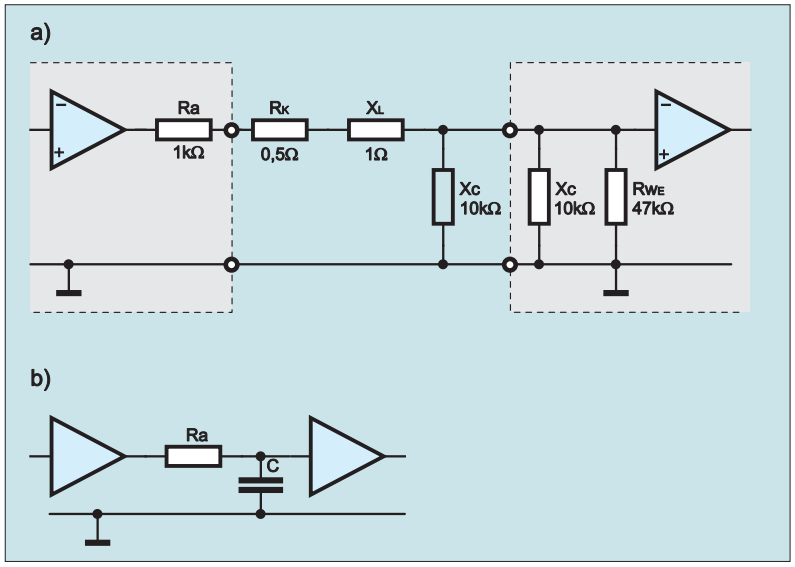
Kable sygnałowe

W przypadku przewodów głośnikowych zauważalny wpływ mogą mieć rezystancja i indukcyjność przewodu. Zupełnie inaczej jest z przewodami sygnałowymi, łączącymi wzmacniacz ze źródłami sygnału. Przewody sygnałowe to te zakończone wtykami cinch, łączące źródła sygnału (tuner, odtwarzacz CD, magnetofon) ze wzmacniaczem, oraz ewentualny przedwzmacniacz ze wzmacniaczem. Również tutaj sytuacja pod względem elektrycznym jest podobna jak w przypadku głośników – pokazuje to **rysunek 4**. Inne są jednak oporności i tu jest sedno sprawy. Przy dobrych kablach rezystancja strat w izolacji przewodu nie stanowi w zasadzie problemu. Natomiast gdyby suma pojemności była zbyt duża – obciążałaby źródło dźwięku. Należy pamiętać o tym, że dwie żyły kabla są ułożone bardzo blisko siebie. Żyły te tworzą kondensator, którego pojemność jest proporcjonalna do długości kabla.

Ale cały problem zaczyna się w „źródle dźwięku". O ile oporność (rezystancja) wyjściowa wzmacniacza mocy wynosi ułamki oma, o tyle oporność wyjściowa tunerów, odtwarzaczy, a zwłaszcza magnetofonów może mieć nieporównanie większą wartość. W niektórych urządzeniach rezystancja ta sięga już nie omów, ale pojedynczych kiloomów. **Rysunek 5** pokazuje poszcze-

Rys. 4.





Rys. 5.

gólne oporności w pewnej przykładowej sytuacji. Jak widać, tym razem rezystancja i indukcyjność przewodu nie mają znaczącego wpływu. Kluczowe znaczenie mają:
– rezystancja wyjściowa źródła
– sumaryczna pojemność kabla i wejścia.

Elementy te tworzą najzwyklejszy górnoprzepustowy filtr RC.

Jeśli tak, to na samym wstępie należałoby określić rezystancję wyjściową użytego źródła Ra, żeby można było dokonać jakichkolwiek obliczeń. Informację o rezystancji wejściowej można uzyskać albo z instrukcji obsługi sprzętu lub na podstawie samodzielnego pomiaru za pomocą multimetru, prostą metodą przedstawioną w ramce.

Pojemność kabla można zmierzyć za pomocą cyfrowego multimetru. Można też przyjąć, że dla przewodu ekranowanego wynosi ona 100...200pF/m. Do pojemności kabla należy dodać pojemność wejściową wzmacniacza, której wartość jest podana w instrukcji obsługi. Gdyby nie była podana, można przyjąć, że nie przekracza ona 300...500pF. Niech suma tych dwóch pojemności wynosi Cx.

Mając rezystancję wyjściową źródła Ra i pojemność Cx można obliczyć górną częstotliwość graniczną „filtru" ze wzoru

$$F = \frac{0{,}159}{RaCx}$$

Należy pamiętać, że obliczona częstotliwość to częstotliwość, przy której sygnał zmniejsza się o 3 decybele. W sprzęcie wysokiej klasy tak obliczona częstotliwość graniczna musi być znacznie większa od 20kHz i powinna wynosić minimum 80...90kHz. Jedynie w takich warunkach tłumienie najwyższych częstotliwości akustycznych nie będzie większe niż 0,5dB, a przesunięcie fazy nie będzie większe niż -20 stopni.

Inną możliwością jest skorzystanie z tabelki 2 (Maksymalne pojemności przewodu). Dzięki niej można odczytać, jakie największe obciążenie może jeszcze być tolerowane przez źródło. Trzeba jednak zawsze pamiętać o tym, że pojemność posiada nie tylko przewód, ale także stopień wejściowy kolejnego stopnia (np. wzmacniacza) i należy to uwzględnić przy obliczeniach. W danych technicznych urządzenia można sprawdzić jaka jest jego pojemność wejściowa. Następnie tę pojemność odejmuje się od maksymalnej możliwej pojemności kabla, odczytanej z tabelki. Otrzymana liczba pokazuje faktyczną maksymalną pojemność kabla, który może być podłączony do źródła sygnału.

Żeby to lepiej zrozumieć posłużmy się przykładem: zbadana przez nas rezystancja wyjściowa źródła (Ra) wynosi 1kΩ. Z instrukcji obsługi sprzętu dowiedzieliśmy się, że pojemność wejściowa wzmacniacza wynosi 330pF. Z tabeli wynika, iż dla Ra równym 1kΩ, dopuszczalna pojemność obciążenia (Cx) wynosi 1,8nF. Tak więc prawdziwa maksymalna pojemność kabla nie może przekraczać 1,47nF (1,8nF – 330pF = 1,47nF). Nie ma problemu, nawet gdyby użyty przewód miał pojemność 200pF/m, przewód mógłby mieć aż 7 metrów, i należy podkreślić, że postawiono tu bardzo ostre warunki (spadek -0,5dB przy częstotliwości 20kHz). Czyli przy odległościach rzędu 0,5...1m nie ma co robić problemu nawet przy rezystancji wyjściowej urządzenia równej 4,7kΩ.

Tabela 2

Maksymalne pojemności przewodu
Ra – rezystancja wyjściowa źródła;
Cx – maksymalna pojemność przewodu

Ra =	100Ω:	Cx =	18 nF
Ra =	220Ω:	Cx =	8,2 nF
Ra =	470Ω:	Cx =	3,8 nF
Ra =	1 kΩ:	Cx =	1,8 nF
Ra =	1,5 kΩ:	Cx =	1,2 nF
Ra =	2,2 kΩ:	Cx =	820 pF
Ra =	4,7 kΩ:	Cx =	380 pF
Ra =	10 kΩ:	Cx =	180 pF

Jak z tego widać, problem nie jest poważny, jednak nie tylko ze względu na obcinanie pasma, ale też ze względu na odporność na zakłócenia przewody sygnałowe powinny być możliwie krótkie. Pamiętamy jednak o tym, że podwójna długość to podwójna pojemność.

Gdy sprzęt zawiera oddzielny przedwzmacniacz i końcówkę(i) mocy, trzeba pamiętać o tym, że stopień mocy powinien być jak najbliżej kolumn głośnikowych. Ponieważ między przedwzmacniaczem a stopniem mocy występują dość wysokie poziomy sygnałów a niezbyt duże prądy, można spodziewać się małych strat. Mniejsze jest również zagrożenie impulsami zakłócającymi ze względu na występujące warunki impedancyjne. Dlatego połączenia między przedwzmacniaczami i stopniami mocy mogą być dłuższe (choć bez przesady), a pozostałe przewody z przedwzmacniaczy w miarę możliwości jak najkrótsze.

Wpływ pojemności przewodu łączącego źródło ze wzmacniaczem można też od razu określić w układzie z woltomierzem, podobnie jak przy pomiarze rezystancji wyjściowej – (zobacz tabelka). Nie trzeba mierzyć oddzielnie rezystancji wyjściowej Ra i pojemności kabla. Tym razem częstotliwość sygnału musi jednak wynosić 15...20kHz. Zamiast rezystora 1kΩ trzeba po prostu podłączyć żyłę i ekran badanego kabla i sprawdzić o ile zmniejszy się poziom sygnału. Przy częstotliwości 20kHz spadek nie powinien być większy niż 8...10%.

Ale uwaga – najtańsze multimetry cyfrowe mogą nie mierzyć sygnałów o tak dużej częstotliwości, która w tym wypadku jest niezbędna. Jeśli na zakresie 2V czy 200mV miernik pokazuje wartość z bardzo dużym błędem (nawet kilkusetprocentowym), ale jednak pokazuje, można oszacować wpływ pojemności kabla – bezwzględna dokładność nie ma znaczenia. Chodzi tylko o oszacowanie spadku napięcia po dołączeniu pojemności kabla.

Kable mikrofonowe

Podane informacje dotyczą również mikrofonów i przewodów mikrofonowych. Tu również, najprościej rzecz ujmując, rezystancja mikrofonu tworzy z pojemnością kabla filtr dolnoprzepustowy. Ponieważ oporność wyjściowa dobrych mikrofonów wynosi 200Ω, a wymagania dotyczące spadku pasma są łagodniejsze, mikrofony takie mogą współpracować z kablami o długościach rządu kilkudziesięciu, a nawet stu metrów.

W przypadku mikrofonów 700-omowych, które co prawda mają większy sygnał, długość kabla nie powinna przekraczać kilkunastu metrów.

Jeszcze inaczej jest w przypadku zastosowania transformatorka mikrofonowego. Taki transformator podwyższa napięcie sygnału w stosunku np. 10:1 umożliwiając zmniejszenie szumów, ale jednocześnie zwiększa rezystancję wyjściową (do drugiej potęgi przekładni) czyli 100-krotnie. Tym samym rezystancja wyjściowa podwyższającego transformatorka mikrofonowego sięgnie 200Ω x 100 = 20kΩ. Z taka rezystancją może współpracować jedynie kabel o bardzo małej pojemności, rzędu 100...200pF. Dlatego transformatorka mikrofonowego nie można umieszczać tuż przy mikrofonie, tylko na przeciwnym końcu kabla, nie dalej niż 1m od wejścia miksera.

Zupełnie innym, bardzo poważnym problemem praktycznym, najbardziej dostrzegalnym w przypadku kabli mikrofonowych, jest jakość ich wykonania ze strony mechanicznej. Kable kiepskiej jakości przy częstym używaniu zaczynają się brzydko zwijać, ekran się rozwarstwia i kabel po pewnym czasie nadaje się tylko na złom. Jeszcze innym zjawiskiem jest mikrofonowanie kabla – okazuje się, że sam kabel „zbiera" i to nie tylko przydźwięk sieci i zakłócenia, ale co niemal niepojęte, zaczyna zachowywać się jak bardzo kiepski mikrofon i zbiera także dźwięki, zwłaszcza podczas przesuwania go po podłodze sceny. I tutaj każdy praktyk potwierdzi, że na kablach mikrofonowych nie warto oszczędzać, bo pozorne oszczędności przy zakupie taniego kabla zemszczą się boleśnie podczas użytkowania.

Wnioski końcowe

Podane informacje pokazują, że problem parametrów „elektronicznych" w kablach nie jest tak ostry, jak mogłoby wynikać z niektórych potocznych opinii. Na pewno ogromne różnice jakości dają się zauważyć w kablach mikrofonowych. Natomiast problem kabli sygnałowych i głośnikowych nie dotyczy sprzętu średniej i wyższej klasy, o ile przewody te nie są nadmiernie długie. Dopiero w sprzęcie najwyższej klasy da się zauważyć wyraźne, możliwe do zmierzenia różnice pomiędzy poszczególnymi typami kabli. Choć ich negatywny wpływ na jakość odtwarzania sygnałów w dużym stopniu zauważalny jest dopiero w sprzęcie najwyższej klasy, jednakże nie ma powodów, by go zaniedbać także w sprzęcie, jaki ma w domu niezbyt zasobny audiofil. Poza tym, jak wynika z różnorodnych testów, nie zawsze cena kabla decyduje o jego przydatności i rzeczywistej wartości. Zamiast poświęcać całą uwagę kablom, należałoby przyjrzeć się innym ważnym elementom. I nie chodzi tu tylko o sam sprzęt, rozstawienie głośników, czy warunki akustyczne pomieszczenia. Nie należy oszczędzać na wtykach bananowych czy widełkach, gdyż dobry kontakt kabla z wyjściem wzmacniacza lub z kolumnami to połowa sukcesu. Miedziane kable trzeba zabezpieczyć przed kontaktem z powietrzem, żeby nie zaśniedziały. Można to uczynić przy pomocy lutowania i koszulek.

Warto przejrzeć posiadany sprzęt także pod tym względem.

Czytelników bardziej zainteresowanych tematem okablowania odsyłamy do tegorocznych numerów czasopisma „AUDIO", zwłaszcza do numeru 1/98.

Zbigniew Orłowski
Piotr Górecki

TELEWIZJA

Ja cię widzę, ty mnie nie – czyli rzecz o kineskopie

W ostatnim odcinku wspomniałem króciutko o tym urządzeniu. Bo kineskop, trzeba ci wiedzieć, jest urządzeniem. To nie jest po prostu lampa elektronowa. To przyrząd do odtwarzania obrazu kolorowego albo jak trzeba, to i czarno-białego, bowiem obowiązkiem kineskopu kolorowego jest odtwarzanie obu rodzajów sygnałów (sygnału monochromatycznego i kolorowego – gdybyś zapomniał fachowego słownictwa). W związku z tym, że ciekawszy jest obraz kolorowy, to czarno-białym zajmować się nie będziemy. W ogóle dzisiejszy odcinek to już wyższa szkoła jazdy. Zaczynam wpadać w zachwyt, że po dzisiejszym dniu to będziesz już prawie inżynier od kineskopów kolorowych. No, może nie taki jeszcze całkiem inżynier, ale nikt ci już nie podskoczy mówiąc, że jak stuknie z góry w telewizor to go tym sposobem naprawi.

Jak już wiesz, istotą telewizji jest to, że zawarta w sygnale elektrycznym informacja o treści obrazu, jest zamieniana na sygnał świetlny czyli po ludzku mówiąc – wizję. Cały ten szacher-macher jest dokonywany właśnie w kineskopie. Rozpędzony do nieprawdopodobnej prędkości (kilkadziesiąt tysięcy kilometrów na sekundę) sygnał elektryczny, a właściwie modulowana cieniutka wiązka elektronów, grzmoci w ekran i zamienia się, energię świetlną, dzięki czemu kineskop świeci i powstaje na nim obraz. Dzisiaj zajmiemy się najczęściej spotykanym rodzajem kineskopu. Kineskopem maskowym. Cóż to takiego? Otóż jest to kineskop, który ma maskę. Maska, jak sama nazwa wskazuje, ma coś zasłaniać i coś odsłaniać. Kiedy i co zasłania a co odsłania, to sobie za chwil parę przeczytasz. A co, nie może zasłaniać? Może. W takim to kineskopie (maskowym) obraz jest odtwarzany w trzech podstawowych kolorach, które już znasz – czerwonym, zielonym i niebieskim. I wszystko to jednocześnie. Trzy obrazy na raz. W jednej bańce. Ot zagadka, bo tak naprawdę obraz widzisz tylko jeden. Można tę sztuczkę, z trzema obrazami w podstawowych kolorach, uzyskać dlatego, że ekran kineskopu jest pokryty trzema rodzajami luminoforów pobudzanych do świecenia przez trzy strumienie elektronów. I to jest tak zmyślnie zbudowane, że elektronowy strumień „zielony" trafia na luminofor świecący na zielono, strumień „czerwony" pobudza do świecenia luminofor czerwony a strumień „niebieski" powoduje, że świeci luminofor niebieski. Oczywiście nie ma niebieskich ani zielonych elektronów, nie mówiąc o czerwonych, chodzi tylko o to, że są trzy pędzące strumienie elektronów. W jednym z poprzednich odcinków tłumaczyłem ci, jak w ogóle powstaje obraz – że obraz jest budowany kolejno linia po linii. Jest odchylany w pionie i w poziomie przez cewki odchylające. W kolorowym kineskopie jednocześnie odchylane są trzy strumienie elektronów, i w sprytny sposób rysują trzy oddzielne obrazy: czerwony, zielony i niebieski. A wszystko to dzięki masce, zwanej też maskownicą. A jeżeli to wszystko jest poprawnie zrobione, to masz jeden obraz z czystymi kolorami w odpowiednich miejscach.

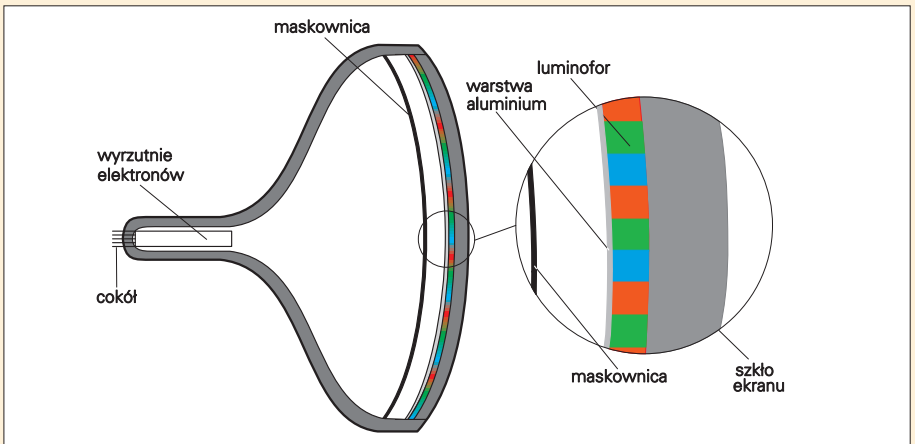
Cała zabawa jak widzisz, polega na tym, żeby odpowiednie strumienie skierować na odpowiednie luminofory. Wymagana jest zatem precyzja w rozmieszczeniu dział elektronowych, maskownic (od których pochodzi nazwa kineskopów maskowych), kolorowych punkcików luminoforu, a później w czasie pracy precyzja w odchylaniu trzech wiązek elektronów.

Spójrz na pierwszy rysunek 1, który pokazuje z grubsza budowę kineskopu właśnie pod względem rozmieszczenia dział elektronowych, maskownicy i trzykolorowego luminoforu napylonego na ekran.

Uważaj! Analogicznie, jak dzida bojowa (która, jak wszyscy wiemy, składa się z przeddzidzia, śródddzidzia i zadzidzia), maskowy kineskop kolorowy składa się:
- z części przedniej maskowego kineskopu kolorowego,
- z części środkowej maskowego kineskopu kolorowego,
- z części tylnej maskowego kineskopu kolorowego.

Przednia część maskowego kineskopu kolorowego składa się:
z części przedniej części przedniej maskowego kineskopu kolorowego, części środkowej części przedniej maskowego kineskopu kolorowego i części tylnej części przedniej maskowego kineskopu kolorowego. Z kolei część środkowa maskowego kineskopu kolorowego jak się łatwo domyślić, składa się z części przedniej części środkowej maskowego kineskopu kolorowego, części środkowej części środkowej maskowego kineskopu kolo...

Rys. 1.



Poprzeczny przekrój ekranu kineskopu

Ops! Chyba leciutko przesadziłem. Jeszcze raz...

W skład maskowego kineskopu kolorowego wchodzą następujące elementy:

- szklana bańka,
- ekran z napylonymi luminoforami,
- maskownica,
- pokrycie przewodzące,
- wyprowadzenie anody,
- zespół dział elektronowych,
- cokół,
- zabezpieczenie antyimplozyjne,
- ekran magnetyczny.

Szklana bańka ma zapewnić, podobnie jak w kineskopie czarno-białym (monochromatycznym), utrzymanie próżni. Oprócz tego, konstrukcja bańki ma umożliwić umieszczenie na niej pozostałych elementów wyposażenia, w tym zewnętrznych zespołów odchylania. W nowoczesnych kineskopach przednia część bańki – ekran – ma kształt zbliżony do prostokąta z lekko zaokrąglonymi rogami. A w całkiem nowoczesnych kineskopach ekran jest (niemal) zupełnie płaski i nie ma zaokrąglonych rogów.

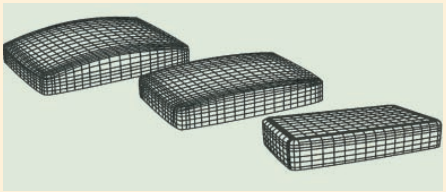
Może zauważyłeś, że w starych telewizorach praktycznie nie widać obrazu, gdy na ekran pada zewnętrzne światło słoneczne. W nowych obraz jest zdecydowanie lepiej widoczny, nawet gdy słońce świeci bezpośrednio na ekran.

Tutaj producenci prześcigają się w uzyskaniu jak najlepszych efektów mających na celu podniesienia kontrastu i mamy tym sposobem kineskopy nazwane Black Line, Black Trinitron i jeszcze inne „blejki". Przednia płyta kineskopu jest wykonana z tzw. szkła szarego, które zmniejsza jaskrawość świecenia kineskopu, nie zmieniając wypadkowej barwy świecenia ekranu. Do tego dochodzą jeszcze inne sztuczki i w efekcie rzeczywiście obraz da się oglądać nawet przy niesprzyjającym oświetleniu zewnętrznym. Podniesienie kontrastu nie zależy tylko od rodzaju szkła, do tego celu służą inne sposoby, rodzaj szkła je tylko lekko wspomaga. Przykładowo na luminofory od strony wyrzutni jest naniesiona cienka powłoka aluminiowa zapewniająca odbijanie światła w kierunku ekranu. I to jest jeden ze stosunkowo prostych sposobów na zwiększenie kontrastu i jaskrawości. Poza tym ta aluminiowa folia chroni przed bombardowaniem ciężkimi jonami, które razem z elektronami wylatują z wyrzutni, ale są ciężkie i leniwe, i nie poddając się odchylaniu, prażą zawsze prosto w środek ekranu. Gdyby nie było tej warstwy aluminium, po niedługim czasie miałbyś na środku kineskopu czarną plamę. Ale to nie koniec zadań tej cieniutkiej warstewki aluminium – po skończonej pracy, czyli po spowodowaniu zaświecenia luminoforu, elektrony są zbierane przez tę folię i odprowadzane, aby nie przeszkadzały innym, które właśnie nadlatują z wyrzutni.

Tyle o luminoforze.

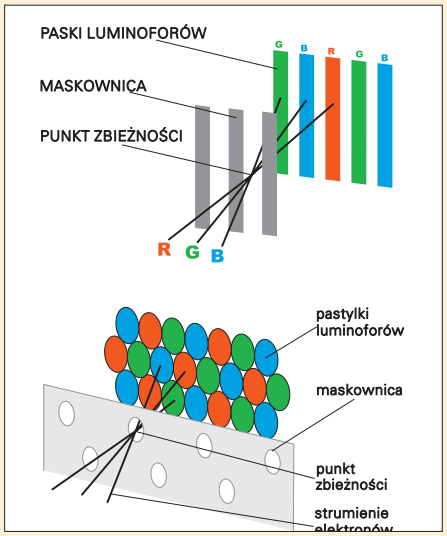
Drugą dziedziną, w której wciąż prześcigają się producenci, jest uzyskanie jak najbardziej **płaskiego ekranu**. Nie muszę ci chyba tłumaczyć, że pierwsze z pierwszych kineskopy czarno-białe miały ekran o kształcie zbliżonym do wycinka kuli. Potem ekrany stawały się coraz bardziej płaskie, a dziś mamy już ekrany niemal zupełnie płaskie. Uzyskanie płaskiego ekranu to naprawdę duża sztuka, i to z kilku względów. Wspomnę ci o tym co nieco za chwilę.

Teraz kolejna sprawa. Jaskrawość świecenia kineskopu oraz zakres odtwarzanych barw są w głównym stopniu uzależnione od właściwości luminoforów. W obecnych czasach producenci bardzo przestrzegają tajemnic produkcji i w żadnym wypadku nie chcą ich zdradzać. Przed laty, w czasie tortur przyznali się jednak, że w kineskopach, do wytwarzania światła kolorów niebieskiego i zielonego stosowali luminofory cynkowo-siarczkowe, natomiast do wytworzenia światła koloru czerwonego – luminofory ze związków itru. Być może teraz stosują jeszcze inne związki, ale tego nawet na mękach nie zdradzili. To dobrze strzeżona tajemnica przemysłowa. Jak się domyślasz czytelniku, charakterystyki luminoforów nie tylko muszą być tak dobrane, aby przy bombardowaniu ich strumieniami elektronów o takich samych natężeniach, wypadkowe światło ekranu było koloru białego – w grę wchodzi szereg innych subtelnych czynników, które w sumie decydują o ostatecznej jakości obrazu.



Teraz dwa słowa **o wyrzutniach, zwanych też działami elektronowymi**. Zespół trzech dział elektronowych ma bojowe zadanie wytworzenia strumieni elektronów służących potem do uderzania w trzy rodzaje luminoforów, naniesionych na płytę ekranu od wewnętrznej strony bańki. W celu nadania odpowiedniej prędkości i odpowiedniego uformowania przekroju strumieni, każde z dział kineskopu zawiera szereg soczewek elektronowych. Nie jest najważniejsze, jak takie soczewki działają (a dzieje się to dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu pól elektrycznych), w każdym razie te soczewki umożliwiają wytworzenie cieniuteńkich wiązek o średnicy ułamka milimetra.

Mamy już trzy cieniutkie wiązki elektronów, gotowe, by z ogromną prędkością uderzyć w luminofor. Ale aby te strumienie mogły z odpowiednią siłą walnąć w swoje luminofory trzeba przypilnować, aby trafiły w odpowiednie miejsca, mianowicie każdy musi walnąć tylko w „swój" luminofor. I właśnie do tego służy maskownica. Otworki czy szczeliny w maskownicy są tak rozmieszczone, by dany strumień elektronów podczas swej wędrówki na ekranie trafiał tylko na luminofor jednego koloru.



Rys. 2.

W kineskopach maskowych luminofory są naniesione na wewnętrzną powierzchnię szkła ekranu w postaci mozaiki punktowej (delta) lub paskowej (IL). Ze względu na sposób rozmieszczenia dział elektronowych, a co za tym idzie maskownic i pastylek luminoforów (tak się określa punkty odpowiednich luminoforów – pastylki), kineskopy dzielimy na kineskopy typu Δ (delta) i typu IL (In Line – w linii). Delta oznacza po prostu, że trzy wyrzutnie elektronów ustawione były w wierzchołkach trójkąta równobocznego – grecka litera delta ma podobny kształt. W kineskopach „in line" trzy wyrzutnie ustawione są obok siebie w jednej linii. W początkach ery „kolorowej" królowały kineskopy typu delta. Z czasem pojawiły się różne odmiany kineskopów, gdzie trzy wyrzutnie ustawione były w linię (in line). W kineskopach typu trinitron nie są to okrągłe punkty, tylko napylone pionowe paski luminoforu w kolejnych obok siebie leżących kolorach podstawowych – R, G, B.

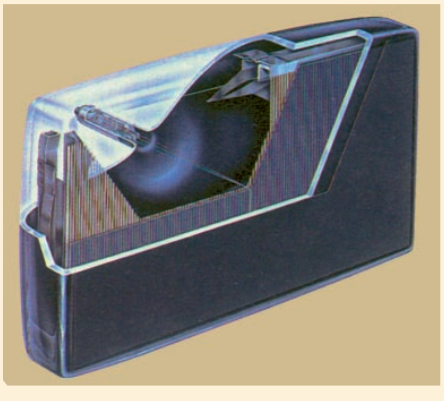
W naszej wędrówce po kineskopie doszliśmy do **cokołu**. Zadanie cokołu sprowadza się do zapewnienia połączenia elektrycznego pomiędzy elektrodami kineskopu a całą elektroniką odbiornika TV, odpowiedzialną za wywołanie obrazu na ekranie. Na cokołach znajdziesz nawet kil-

kanaście wyprowadzeń do elektrod, które muszą tam występować, jeżeli to ma być kineskop kolorowy. Poza tym cokół kineskopu musi mieć bardzo dobre właściwości izolacyjne, ponieważ jedna z jego elektrod, elektroda ogniskująca, zasilana jest napięciem kilku tysięcy Woltów.

Teraz o maskownicy. **Maskownica** jest wytwarzana w postaci cienkiej stalowej płyty o grubości ok. 0,15 mm umieszczonej w odległości kilkunastu milimetrów od ekranu. Jej kształt jest zbliżony do krzywizny ekranu.

Maskownica jest przyłączona elektrycznie do anody kineskopu, dzięki czemu w przestrzeni między maskownicą a ekranem strumienie elektronów poruszają się po torach prostoliniowych. Gdybyś rozbił kineskop typu delta zauważyłbyś, że otwory w maskownicy mają kształt okrągły, w kineskopach systemu IL są to krótkie pionowe szczeliny, a w kineskopie systemu trinitron (zwanego kiedyś czasem chromatronem) pionowe szczeliny o długości równej wysokości ekranu. Maskownica w trinitronie jest zbudowana z naciągniętych pionowo drutów stalowych, a nie jak poprzedniczki z podziurawinej blachy. Zauważ, że strumienie elektronów przy takich prędkościach, które osiągają, mają sporą energię odbieraną częściowo przez maskownicę przechwytującą nie wykorzystane elektrony. Taka maskownica się rozgrzewa, a jak się rozgrzewa to zmienia jej się geometria (rozszerza się lub wygina) i nietrudno wtedy o błędy np. w czystości kolorów. W związku z tym, maskownica musi być skompensowana termicznie aby uniknąć błędów padania strumieni na luminofory. Tutaj wyższość swoją pokazuje trinitron, gdyż tylko ok. 15% emitowanej przez strumień elektronów energii jest przechwytywana przez maskownicę. Cała reszta jest wykorzystywana do pobudzania luminoforów do działania. Wniosek z tego prosty, że trinitron ma większą sprawność, a co za tym idzie jaskrawość świecenia ekranu. Obraz jest po prostu jaśniejszy.

Włącz swój telewizor i sprawdź, że i ty masz kineskop z wyrzutniami „in line", a poznasz to po tym, że na ekranie z bardzo bliska wyraźnie zobaczysz nie kropki, tylko świecące pionowe paski lub linie w trzech kolorach podstawowych. Jeśli ktoś z twych znajomych ma jeszcze jakiś telewizor produkcji radzieckiej, pofatyguj się i obejrzyj z bliska kształt i wielkość plamek luminoforu. Jeśli masz komputer, sprawdź to samo na ekranie monitora. Zapewne natkniesz się na niespodziankę – sprawdź kształt, ułożenie i wielkość plamek w telewizorze i monitorze komputera. Jaki z tego wniosek? Czy obraz lepszej jakości można uzyskać na ekranie telewizora, czy monitora?



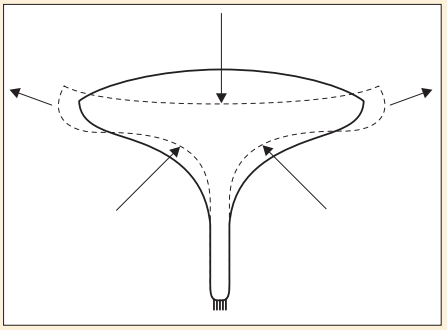
Wspomniane już pastylki luminoforu w przeciętnym kineskopie mają wymiary rzędu ok. 0,4...0,6mm, natomiast w monitorach komputerów nierzadko poniżej 0,25mm! W 14- czy 15-calowym monitorze, by dostrzec plamki luminoforu zapewne będziesz musiał użyć szkła powiększającego.

I pomyśl sobie chwile – jakiej trzeba precyzji, by przy ogromnych prędkościach strumienia i dużych szybkościach odchylania cienki jak włos strumień elektronów padał zawsze na „swój" luminofor...

A teraz dalsza część wycieczki po zakamarkach kineskopu.

Sam wiesz jak **wysokie napięcie** panuje w kineskopie. Podobnie jak to się dzieje w kineskopie czarno-białym, napięcie do zasilania anody kineskopu kolorowego (około 24-25kV) jest doprowadzone za pośrednictwem zacisku wtopionego w górną część stożka bańki. Ze względu dużą wartość napięcia anodowego, okolice zacisku anodowego narażone są, w warunkach dużej wilgotności i zapylenia, na powstawanie ścieżek przewodzących. Aby temu zapobiec niektóre fabryki pokrywają tę część stożka lakierem silikonowym. Kiedy zdejmujesz kapturek przewodu anodowego musisz zachować uwagę, bo może kopnąć. Wysokie napięcie walące po palcach może się utrzymać nawet przez kilka dni po wyłączeniu odbiornika. I cóż takiego wymyślono, aby iskry nie waliły w palce kiedy się zdejmie tylną ściankę telewizora? Wymyślono otóż specjalne pokrycie bańki kineskopu. Są dwa powody, dla których to uczyniono. Pierwszym powodem była konieczność utworzenie pojemności filtrującej wysokie napięcie do zasilania anodowego kineskopu a drugim potrzeba otoczenia kineskopu, ekranem elektrostatycznym. W tym celu obie strony stożka kineskopu, zewnętrzną i wewnętrzną, pokryto warstwą przewodzącą. Ta warstwa przewodząca nosi nazwę aquadagu. (Też bardzo fajne słowo. I zupełnie ci niepotrzebne. Ale poćwicz, naucz się go na pamięć, a zaskoczysz niejednego rozmówcę.) Warstwę zewnętrzną, charakteryzującą się niewielką rezystancją właściwą, po zamontowaniu kineskopu w odbiorniku, łączy się z masą odbiornika. Natomiast warstwa wewnętrzna, która ma znaczną rezystywność, podłączona jest do anody w celu ograniczenia wartości prądu rozładowania kineskopu podczas wyładowań, które okresowo występują wewnątrz bańki.

Podobnie jak kineskopy czarno-białe, kineskopy kolorowe też są narażone na ciśnienie atmosferyczne. A są narażone ponieważ w nich panuje próżnia, a jak ta próżnia panuje, to wywierany jest ciągły nacisk. Z zewnątrz do środka. Kineskop chce się po prostu zapaść w siebie. I to wcale nie ze wstydu. Kiedy dojdzie do zapadnięcia się kineskopu w siebie mówimy wtedy, że nastąpiła implozja. (W przeciwieństwie do eksplozji gdzie siły działają na zewnątrz.) Jeżeli teraz spojrzysz na rysunek, to zaznaczyłem tam linią przerywaną kształt jaki przyjmuje bańka w pierwszej fazie zaistnienia implozji. Wiesz jaka siła działa na szkło kineskopu? Nie wiesz. Wyobraź sobie, że znalazłeś się pod prasą, która gniecie cię z siłą 2 ton. Tak, tak. Na kineskop, taki np. 21-calowy, jest wywierane ciśnienie 2 ton. Stale. Tak długo jak żyje kineskop. Ze względu na jego budowę, największe siły występują na styku ekranu za stożkiem bańki. W celu przeciwdziałania tym siłom, na bańce kineskopu w obszarze połączenia stożka z ekranem jest umieszczana metalowa opaska zabezpieczająca, tzw. opaska antyimplozyjna. Opaska ta, wbrew pozorom, nie służy tylko do mocowania kineskopu w skrzynce odbiornika, chociaż może się tak wydawać. Ona trzyma kineskop w całości.



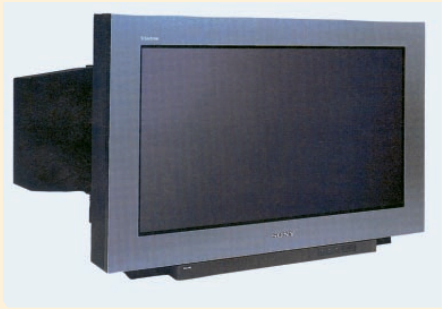
Rys. 3.

Została nam jeszcze ostatnia część kineskopu do omówienia. **Ekran magnetyczny**. Stosuje się go w celu zmniejszenia oddziaływania szkodliwych zewnętrznych pól magnetycznych, które mogą wpłynąć na strumienie padające na luminofory. W kineskopach starszego typu ekran magnetyczny był umieszczony na zewnątrz stożka bańki. Jeżeli masz znajomego, który ma jeszcze w domu stary telewizor kolorowy produkcji radzieckiej, to możesz na taki ekran się natknąć. Chociaż nie tylko tej produkcji telewizory miały na sobie ekrany. Starsze modele produkcji zachodniej też były w nie wyposażane.

Teraz w nowoczesnych kineskopach ekran magnetyczny jest zamocowany wewnątrz bańki i niestety nie ma co oglądać.

Zwiedziliśmy już kineskop od zewnątrz i od środka. Sporo już wiesz, ale chciałbym ci jeszcze zwrócić uwagę na kilka spraw, które do tej pory tylko lekko potrąciliśmy.

Kolorowe kineskopy mają wiele odmian, ale wszystkie mają jedną, wspólną cechę. Poprawny, kolorowy obraz zależny jest od precyzyjnego dopasowania wszystkich ich właściwości, a w szczególności zespołów odchylania.



Widzisz, nie mówię tu jedynie o cewkach odchylających, ale całych zespołach odchylania. Właśnie dlatego na początku dzisiejszego artykułu powiedziałem o kineskopie, że jest to urządzenie a nie zwykła lampa elektronowa. Na świecie mówi się nawet o systemie kineskopu kolorowego, gdzie pod określeniem „system", przyjmuje się kineskop razem z tym wszystkim co na jego szyjce musi siedzieć, żeby precyzyjnie działał. To całe ustrojstwo umieszczane na szyjce kineskopu nazywa się „zespołem naszyjkowym" i wierz mi, nie są to proste cewki odchylające, jak niegdyś w kineskopach czarno-białych, tylko bardzo skomplikowany system odchylania, czystości oraz zbieżności. I może być ten nasz zespół naszyjkowy rozdzielny, gdy można go sobie samemu zamontować na szyjce kineskopu oraz nierozdzielny, gdy można... no właśnie – nie można nic zrobić samemu. Czyżby to znaczyło, że możesz sam grzebać w takim zespole i poprawić kolory na ekranie? W żadnym wypadku! Dokładnie rzecz biorąc, to samemu nie powinno się nic robić bez względu na rodzaj zastosowanego zespołu. W systemie rozdzielnym do fabryki majstrującej telewizory dostarczany jest osobno zespół odchylania i montowany na szyjce kineskopu w procesie produkcji odbiornika telewizyjnego, natomiast system nierozdzielny jest montowany w fabryce kineskopów i już nic w nim nie powinno się poprawiać, bo jedyne co można zrobić to tylko sknocić ustawienia fabryczne. I wtedy trzeba będzie wszystko wyciepnąć do kosza. I kineskop i zespół razem z nim.

A dlaczego od razu wyrzucić? Czy w razie kłopotów nie można zawołać pana Franka, który naprawia telewizory? Chyba on się na tym zna? No nie?

Niestety, nawet lokalny guru od telewizorów, właśnie pan Franek, nic by nie pomógł. Owszem, kiedyś, gdy ktoś zawołał pana Franka do radzieckiego Rubina, czy nawet Jowisza, po przestawieniu czegoś w zespole naszyjkowym i po regulacjach wewnętrznymi potencjometrami kolory na ekranie nierzadko się poprawiały. Ale to było bardzo dawno.

Dziś, gdy nasze ekrany są niemal płaskie, zarówno przebiegi w cewkach odchylających wiązkę, jak i elementy korekcyjne na kineskopie muszą współpracować niewyobrażalnie precyzyjnie. I niestety, albo właśnie stety, pan Franek nie ma tu czego szukać.

W kineskopach starszego typu, aby wyeliminować tego rodzaju błędy, czyli kolorowe obwódki, montowane były na szyjce specjalne zespoły. Te zespoły noszą nazwę zespołów zbieżności dynamicznej. One to miały za zadanie, za pomocą wytworzonych przy ich pomocy magnetycznych pól korekcyjnych, wpłynąć na strumienie elektronów jeszcze przed ich wejściem w główne pole odchylania. Można powiedzieć, że było to takie wstępne ustawienie. Tego typu korekcja (dynamiczna) musi być odpowiednio synchronizowana i zasilana odpowiednimi prądami współpracującymi z zespołem odchylającym. W przeciwnym wypadku byłoby dokładne bezkrólewie, anarchia i kompletne popsucie obrazu, a nie jego poprawa. Z tego też powodu, korekcja taka komplikowała proces eksploatacji i proces produkcji odbiornika telewizyjnego oraz życie tym, którzy musieli to wszystko zestroić, aby się nadawało do oglądania. Przyprawiała jednym słowem o ból głowy tych, którzy telewizory robili, a więc spędzali przed nimi godziny w pracy i tych, którzy przed nimi spędzali godziny po pracy i nic nie robili, tylko denerwowali się, bo im się obraz nie podobał. A, że ludzie nie lubią jak ich głowy bolą, to poszli po rozum do ... właśnie. Poszli i wpadli na pomysł, że trzeba poprawić. A poprawić to znaczy poszukać nowych rozwiązań. Najlepiej takich, przy których nie trzeba by było angażować tylu sposobów tej całej korekcji. W końcu technika do czegoś zobowiązuje. Jak automatyka to automatyka. Popatrz, wymyślili!

Takim nowym, „automatycznym" rozwiązaniem był system samozbieżny. Cóż jest cechą charakterystyczną tego systemu? Dokładne dobranie rozkładu pól odchylania w głównym obszarze odchylania jest cechą charakterystyczną tego systemu. Bo chyba nie masz wątpliwości, że praca całego kineskopu, to głównie prowadzenie strumieni elektronów od dział aż do ekranu w ściśle określony sposób i do określonego miejsca na ekranie. Ba, do ściśle określonego punktu na ekranie. Dokładnie tak, by linia po linii, narysować na ekranie obraz, właściwie trzy obrazy jednocześnie. Z dokładnością do ułamka milimetra.

Wniosek z tego prosty, że elektrony muszą być prowadzone do celu (do pastylki lub paska luminoforu) jak po sznurku lub jeszcze dokładniej. W rzeczywistości nie po sznurku, tylko w wytworzonym w tym celu zmiennym polu magnetycznym, które zakrzywia strumienie elektronów, by wiązka zawsze padała tam, gdzie powinna. Konieczność trafiania w określone miejsce znasz już z poprzedniego artykułu. Trudną rzeczą jest skonstruowanie takiego urządzenia, które działa dobrze, a tu musiało działać bardzo dobrze. Ale aby system samozbieżny pracował jeszcze lepiej, skompensowano (czyli wyrównano) rozbieżność głównych pól odchylania strumieni elektronów przez coś takiego jak astygmatyzm. A astygmatyzm to jest; Uwaga!

Właściwość pola odchylającego powodująca deformację kształtu przekroju wiązki elektronowej odchylanej przez to pole.

Jasne? Strasznie to naukowo brzmi, ale tak być musi i trzeba z tym się pogodzić. Do tego astygmatyzmu zaraz wrócimy. Jeszcze jedno muszę ci wyłuszczyć z naukowego punktu widzenia, gdyż użyję bardzo fajnego określenia. Teraz uważaj. Korekcja kwadropulowa. Tak mi się to podoba, że napiszę jeszcze raz. Korekcja kwadropulowa. Prawda, że brzmi nad wyraz elegancko? Ta cała korekcja kwadropulowa nosi też bardziej polską nazwę korekcji czterobiegunowej. Są to po prostu umieszczone na zespole odchylającym dodatkowe uzwojenia do korekcji rozkładu głównych pól odchylających. Dlatego nazywa się czterobiegunowa, bo wpływa na strumień z czterech stron. Z góry, z dołu, z lewej i z prawej strony. Razem z tymi dodatkowymi uzwojeniami współpracuje specjalna konstrukcja zespołu dział elektronowych. Na działach zamontowane są metalowe nabiegunniki, które ze wspomnianą już bardzo fajną korekcją kwadropulową wprowadzają niewielkie, pożądane deformacje rozkładu pól odchylających. W produkowanych dawniej i obecnie systemach samozbieżnych występują czasami spore różnice w otrzymywanym stopniu tej samozbieżności.

Przykładowo rozwiązanie problemu samozbieżności w systemie PIL (Precision In Line) opiera się na odkryciu, że

błędy zbieżności, spowodowane płaskością ekranu i błędami aberracyjnymi (naprawdę jest takie słowo) pola odchylającego, mogą być kompensowane wzrostem astygmatyzmu wytwarzanego przez zespół odchylający. Nie będę ci tu zamulał mózgu naukowymi terminami i wyjaśnieniami. Powiem tylko: gdy wiadomo gdzie i w jaki sposób w jednym miejscu obraz jest sknocony, to można wykombinować, w którym miejscu i jak go poprawić. I o to tutaj chodzi. Knoci się w naukowy sposób w jednym miejscu, aby w drugim doprowadzić wszystko do porządku. Też naukowo. Proste? Jak obręcz, prawda?

To spróbujemy jeszcze raz, z trochę innej strony. Jak już wiesz z rysunku przedstawiającego wewnętrzną budowę kineskopu, należy równolegle zadbać o to, by strumienie elektronów wpadały w odpowiednie otworki w maskownicy i pobudzały do wytężonej pracy pastylki „swoich" luminoforów. Właśnie po to jest ta cała maskownica. W poszczególnych jej okrągłych otworkach (kineskopy typu delta) lub szczelinach muszą krzyżować się strumienie elektronów wystrzeliwane z dział. Gdy tutaj coś choćby na ułamek milimetra się rozreguluje, to mówimy wtedy o błędach czystości, bo na ekranie coś jest nie tak z kolorami. Tym razem czystość to jest coś takiego, że jak pracuje na przykład tylko wyrzutnia czerwona, to świecić mogą tylko pastylki luminoforu czerwonego, itd. Jeżeli podświetlają się pastylki innych kolorów to znaczy, że zbieżność statyczna jest do bani. I trzeba ją regulować.

W starych kineskopach typu delta można to było skorygować przez korekcję geometrii maskownicy i ekranu. Na szczęście dla nas, coraz rzadziej się tego typu kineskopy stosuje i dzisiaj możemy spotkać kineskopy całkiem płaskie, gdzie taka korekcja nie wymaga zmiany ich geometrii. Ze względu na samozbieżność strumieni, naszyjkowe wyposażenie kineskopu typu PIL jest dużo prostsze niż kineskopu typu delta. Na kineskopie tym nie stosuje się zupełnie zespołu zbieżności dynamicznej. Na szyjce kineskopu znajdziesz jedynie: zespół odchylania oraz zespół zbieżności statycznej czyli czystości. Wszystko jest precyzyjnie regulowane i ustawiane na optimum w fabryce kineskopów, unieruchamiane i pod żadnym pozorem nie wolno nic poprawiać. Wspomniałem już wcześniej do czego będzie się nadawał taki kineskop, gdy ktoś zacznie przy nim majstrować.

Skatowałem cię tu samozbieżnością, astygmatyzmem, aberracją i różnymi innymi koszmarami, bo chciałem ci pokazać, że nowoczesny kineskop kolorowy to naprawdę cud techniki. Sam widzisz czytelniku jak precyzyjnym urządzeniem musi być, i co ważniejsze, jest – twój szklany kawałek telewizora. To naprawdę nie jest takie proste! Teraz już chyba zdajesz sobie sprawę z iloma różnymi wyzwaniami muszą sobie poradzić producenci współczesnych kineskopów. A to kwestia barwy luminoforu, a to kształt ekranu, a to problem nagrzewania się maski, a to problem oświetlenia zewnętrznego, a to problem zbieżności statycznej i dynamicznej, a to...

A co nas to wszystko obchodzi? Właśnie! Prawie nigdy o tym nie myślimy. Kiedy jest wszystko w najwyższym porządku, widoczny jest na ekranie ostry, czysty obraz, np. wzór kraty z białymi liniami, bez żadnych kolorowych obwódek przy liniach i bez niepotrzebnych kolorowych plam. I taki obraz mamy w ogromnej większości naszych odbiorników.

A to wszystko znaczy, że kilka pokoleń konstruktorów w pocie czoła pracowało, byśmy dziś mogli tracić mnóstwo cennego czasu na ślęczenie godzinami przed tym złodziejem czasu, jak niektórzy nazywają odbiornik telewizyjny.

I to jeszcze wcale nie koniec. Patrząc na dzisiejszy rozwój techniki stwierdzamy, iż nie trzeba będzie długo czekać na czas, gdy dostaniemy w sklepie coś tak płaskiego jak tekturka, która to tekturka po podaniu zasilania zajaśnieje blaskiem przekazu telewizyjnego. Już dziś są w sprzedaży monitory i telewizory z płaskim ekranem. Lada chwila i odbiornik telewizyjny będzie miał kształt zwiniętej w rulon tekturki, którą po kupnie w sklepie rozwiniemy, zawiesimy na ścianie i będziemy przed nią spędzać jeszcze więcej czasu niż dziś. Straci aktualność powiedzenie „Mówił dziad do obrazu, a obraz doń ani razu" – będzie akurat odwrotnie. Zastanawiam się jednak, jak to będzie: obecnie niektórych telewidzów jedynie gabaryty dzisiejszych telewizorów skutecznie odstraszają od wywalenia ich przez okno, a potem? Cóż, zobaczymy...

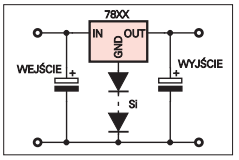
Arkadiusz Bartold

SKRZYNKA PORAD

W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW.

Czy można stosować stabilizatory scalone 78XX do stabilizacji napięć innych, niż ich napięcie nominalne?

Tak. Wystarczy włączyć w obwód wyprowadzenia masy diodę Zenera lub pełniące rolę diod Zenera: diody świecące lub zwykłe diody krzemowe. Przykłady pokazane są na rysunku.



Taki stabilizator ma napięcie wyższe od swego napięcia nominalnego o spadek napięcia na diodzie (diodach). Ponieważ dodanie diod nieco pogarsza parametry stabilizacji, sposób ten nie jest zalecany do precyzyjnych urządzeń.

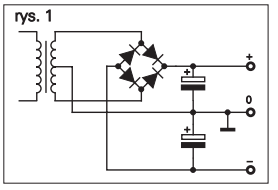
W każdym przypadku lepiej jest zastosować stabilizator o regulowanym napięciu wyjściowym, na przykład z kostką LM317.

Temat stabilizatorów został wyczerpująco omówiony w EdW 9/96 oraz 10/96. Egzemplarze archiwalne są do nabycia drogą przedpłaty – warunki na stronie 86.

Czy do uzyskania napięć symetrycznych konieczny jest transformator z trzema wyprowadzeniami uzwojenia wtórnego?

Nie. Często w zasilaczu napięć symetrycznych stosowane są transformatory z odczepem w środku uzwojenia wtórnego włączone według **rysunku 1**. Warto dokładnie przeanalizować działanie takiego prostownika i przekonać się, że jest to prostownik pełnookresowy. Warunkiem jest równość napięć zmiennych z obu połówek uzwojenia.

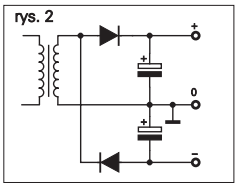
rys. 1



W razie braku transformatora z uzwojeniem dzielonym na połowy można wykorzystać jakikolwiek transformator z pojedynczym uzwojeniem wtórnym w układzie z **rysunku 2**. W tym układzie jedna dioda przepuszcza dodatnie połówki sinusoidy, druga – ujemne. Układ z rysunku 2 w literaturze jest często nazywany podwajaczem, bo całkowite napięcie wyjściowe jest równe podwojonej amplitudzie (czyli wartości międzyszczytowej) przebiegu zmiennego z uzwojenia wtórnego. Jeśli napięcie zmienne wynosi np. 12V, to na wyjściu otrzymuje się napięcie symetryczne $2 \times (12V \times \sqrt{2})$ czyli około 2 x 16, 9V. W rzeczywistości napięcie to jest mniejsze o spadek napięcia na diodach (ok. 0,7V).

W każdym razie w układzie z rysunku 2 z pojedynczego napięcia zmiennego 12V uzyskuje się albo zasilacz napięcia symetrycznego 2 x 16V albo zasilacz pojedynczy o napięciu wyjściowym około 32V. Ponieważ prezentowany układ jest prostownikiem półokresowym, dla uzyskania niewielkich tętnień należy zadbać, by kondensatory filtrujące miały odpowiednio dużą pojemność.

rys. 2



Czy w uniwersalnym zasilaczu wtyczkowym mogę zmienić transformator na większy (np. 1,5A)? Co jeszcze musiałbym zmienić?

Zasilacze wtyczkowe cieszą się obecnie bardzo dużym powodzeniem. Jednak niektórzy młodzi elektronicy chcieliby je dodatkowo zmodyfikować i ulepszyć. Stanowczo odradzamy jakiejkolwiek przeróbki fabrycznych zasilaczy!

Wszystkie urządzenia fabryczne spełniają wymagania bezpieczeństwa i mają odpowiedni atest. Przeróbki przeprowadzane przez amatorów mogą w poważnym stopniu pogorszyć bezpieczeństwo użytkowania. Czytelnik, który zadał tak nieprecyzyjne pytanie, z pewnością nie orientuje się w podstawowych problemach technicznych, a tym bardziej nie zna zasad bezpieczeństwa. W żadnym wypadku nie powinien więc eksperymentować z urządzeniami zasilanymi z sieci energetycznej, bo może się to dla niego skończyć tragicznie.

Młodzi i niedoświadczeni Czytelnicy powinni do zasilania swoich układów używać wyłącznie oryginalnych zasilaczy fabrycznych oraz baterii. Wszelkie prace z układami zasilanymi bezpośrednio z sieci powinni wykonywać jedynie pod opieką wykwalifikowanych instruktorów mających stosowną wiedzę i uprawnienia. Taki instruktor z pewnością udzieli potrzebnych informacji.

Jaki jest kod paskowy stosowany do cechowania miniaturowych dławików?

Zasady są tu takie same, jak przy rezystorach, także kolory mają takie same znaczenie (czarny – 0, brązowy – 1, czerwony – 2, pomarańczowy – 3, itd.) Należy tylko pamiętać, że wynik podany jest w mikrohenrach. W praktyce problemem bywa określenie, która kropka (pasek) oznacza pierwszą cyfrę, która ostatnią.

Ostatnia kropka (jeśli jest) koduje tolerancję. Ponieważ nie ma precyzyjnych dławików 1 czy 2-procentowych, tolerancja wynosi 5% (bardzo rzadko), a częściej 10% lub 20%. Jeśli więc występuje kropka (pasek) srebrny lub złoty, oznacza on ostatnią kropkę kodującą tolerancję. Przy tolerancji 20% kropki się nie drukuje, i to jest dodatkowe utrudnienie.

Wtedy wartość indukcyjności należy określić z trzech kropek pamiętając, że w szeregu E6 występują tylko następujące nominały: 1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8; 10; 15, itd...

Ponieważ pomyłki w interpretacji kodu mogą dać przykre skutki, warto kupić kilka różnych dławików o znanej indukcyjności i przekonać się, jak są oznaczane.

Mam głośnik 1,5W 8 OHM. Czy mogę go podłączyć do wzmacniacza o mocy 16W? Czy te „tylko 1,5W" nie przeciąży wzmacniacza?

Treść pytania świadczy, że zadał je ktoś, kto dopiero zaczyna interesować się elektroniką. Czytelnikowi odpowiadamy, że te „tylko 1,5W" nie przeciąży wzmacniacza, natomiast wzmacniacz o mocy 16W przeciąży głośnik i może doprowadzić do uszkodzenia tego głośnika.

Generalnie zasada doboru głośników jest następująca: moc głośnika musi być większa od mocy maksymalnej wzmacniacza.

Chodzi o to, by przy pełnej mocy wzmacniacza głośniki czy kolumny nie uległy uszkodzeniu.

Wzmacniacza nie można uszkodzić dołączając do niego głośnik o małej mocy. Teoretycznie biorąc, jeśli ktoś nie zwiększałby nadmiernie głośności, to głośnik o małej mocy mógłby współpracować ze wzmacniaczem o dowolnie dużej mocy. Przy małych sygnałach ani głośniczkowi, ani tym bardziej wzmacniaczowi nic nie grozi. W praktyce zdarza się jednak, że wzmacniacz nieoczekiwanie zaczyna pracować z pełną mocą (samowzbudzenie systemu nagłośnienia, przypadkowe zwiększenie głośności na maksimum), co może doprowadzić do tego, że głośnik wręcz „wypluje" membranę.

Praktyka pokazuje, że jeśli już coś się psuje, to nie jest to wzmacniacz, tylko głośnik, zwłaszcza głośnik wysokotonowy w zestawie głośnikowym (kolumnie). Dlatego przy wszelkich próbach warto obciążyć wzmacniacz głośnikiem połączonym szeregowo z rezystorem 10...22Ω 10...20W. Zapobiegnie to uszkodzeniu głośników.

Współczesne wzmacniacze mocy są dobrze zabezpieczone przed uszkodzeniem. Zazwyczaj wbudowane zabezpieczenie nie dopuści do uszkodzenia nawet w przypadku zwarcia na wyjściu (co absolutnie nie znaczy, że trzeba to sprawdzić drogą eksperymentu). Tym bardziej wzmacniacz nie powinien ulec uszkodzeniu, jeśli do wyjścia zostanie dołączony głośnik o oporności 4Ω zamiast przepisowych 8Ω.

Duża część elektroników ma obawy, czy do wzmacniacza „8-omowego" można podłączyć kolumny 4-omowe. To prawda, że zmniejszenie oporności obciążenia wiąże się ze zwiększeniem prądów wyjściowych i tym samym zwiększeniem mocy strat wzmacniacza. Jeśli jednak wzmacniacz ma zabezpieczenie termiczne, to podłączenie głośników o mniejszej oporności może spowodować jedynie okresowe wyłączanie się wzmacniacza przy głośnym odtwarzaniu, natomiast nie grozi jego trwałym uszkodzeniem. Można tu przyjąć ogólną zasadę, że wzmacniacz „8-omowy" może współpracować z obciążeniem 4Ω zamiast 8Ω, jeśli tylko nie będzie pracował z mocą większą niż 50% jego mocy nominalnej. Tak naprawdę, to nie ma wzmacniaczy „8-omowych", czy „4-omowych" – po prostu dany wzmacniacz jest obliczony do optymalnej pracy przy danym obciążeniu. Przy innym (mniejszym) obciążeniu teoretycznie można uzyskać większą moc, ale kosztem większego grzania się wzmacniacza.

W praktyce, gdy trzeba dołączyć kolumny „czwórki" do wzmacniacza „8-omowego" dla świętego spokoju można włączyć w szereg z głośnikami 4-omowymi rezystory 3,9...4,7Ω o takiej samej mocy jaką mają głośniki, albo kompromisowo rezystory 2,2Ω o mocy równej połowie mocy głośników.

Natomiast odwrotna sytuacja: dołączenie głośnika 8-omowego do wyjścia wzmacniacza przeznaczonego do współpracy z obciążeniem 4Ω, absolutnie nie grozi niczym złym. Oporność obciążenia zawsze może być większa niż zalecana, mniejsza będzie tylko maksymalna moc wyjściowa, oddawana do głośnika.

POCZTA POCZTA POCZTA POCZTA

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty” jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est”. Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: Leszka Filipka z Chrzanowa, Artura Stelmaszyka z Lubasza, Karola Kunza z Lubaczowa, Romana Wielogórskiego z Gorzowa Wlkp (którego fax przekazaliśmy autorowi projektu), Kubę Kaczmarskiego ze Starachowic (którego zachęcamy do nadesłania krótkiego opisu budowy kolumn z ich zdjęciem do Forum Czytelników), Michała Pakułę z Obornik, Marcina Szpaczyńskiego, Przemka Dąbrowskiego z Grudziądza, Mariusza Leika z Choczewa, Mariusza Popławskiego, Kamila Maja, „Kiwaka”, Krzysztofa Maciejewskiego, i Karola Gębarowskiego z Warszawy.

Uwagi do rubryki *Errare humanum est* przysłali ostatnio: Rafał Bochenek z Jaworzna, Marcin Wiązania z Gacek, Tomasz Kutyła ze Stalowej Woli, Krzysztof Żarczyński ze Stawu, Jakub Mikians z Elbląga, Marcin Zębala z Będzina, Grzegorz Suchy z Ustronia, Kosma Moczek z Popowa, Piotr Kuśmierczuk z Gościna, Jacek Koronkiewicz z Olsztyna, Paweł Żurowski z Koszalina i Tomek Jędras z Lubina.

Nagrody otrzymują **Grzegorz Suchy** i **Paweł Żurowski**.

MOTOROLA

Katalogi *Master Selection Guide* firmy Motorola otrzymują w tym miesiącu:

Roman Kielan – Kraków
Zenon Rakoczy – Chropaczów

- Przyszły pierwsze listy dotyczące sukcesów (a częściej) kłopotów z wykonaniem wykrywaczy metali według schematów i projektów pochodzących z literatury bądź kupionych z różnych źródeł. Na razie listów jest niewiele – przypominamy o tej sprawie i zachęcamy do podzielenia się swoimi złymi i dobrymi doświadczeniami. Czy w ogóle komukolwiek udało się zrobić solidny wykrywacz na podstawie pozyskanego skądś opisu? Prosimy o listy!
- Nadeszło kilkanaście listów na temat propozycji zaprezentowania w EdW projektu samodzielnego wykonania kolumn (zestawów głośnikowych), przy czym zdecydowanie więcej osób chciałoby zobaczyć w EdW katalog samych głośników, by samodzielnie dobrać głośniki. Wszystko wskazuje, że sprawa znajdzie finał na łamach EdW. Redaktor Zbyszek Orłowski już zajął się tą sprawą.
- Jeden z Czytelników dowiedziawszy się, że archiwizujemy każdy numer na CD-ROMie zaproponował, by wprowadzić do sprzedaży EdW w wersji na CD-ROMie. Ewentualnie miałby to być cały rocznik na jednej płycie. Zaoszczędziłoby to, jego zdaniem, nie tylko sporo papieru, ale i miejsce na półce. Pomysł oczywiście ciekawy, ale jak znamy życie, jeszcze za wcześnie na taką inicjatywę. Przy okazji małe wyjaśnienie: Na CD-ROMie rzeczywiście jest sporo miejsca – 650 megabajtów. Taka pojemność wystarcza, by pomieścić na przykład parametry praktycznie wszystkich półprzewodników firmy SGS-THOMSON – na jednej płycie. Ale każdy, kto ma choć trochę do czynienia z grafiką i skanowaniem wie, że jedno zdjęcie dobrej jakości o wielkości pocztówki wymaga kilku megabajtów pamięci. Tym samym zamieszczenie wszystkich materiałów z całego rocznika EdW na jednej płycie jest niemożliwe bez zdecydowanej utraty jakości zdjęć i innych utrudnień związanych choćby z wyszukiwaniem.
- A oto list Czytelnika: *Uczę się w IV klasie Technikum Elektronicznego. W przyszłym roku będę zdawał maturę. Tematem mojej pracy dyplomowej ma być stoper na basen. W Szkole Konstruktorów zadanie 23 miało podobny temat. Zwracam się z serdeczna prośbą, abym dzięki Wam mógł skontaktować się z kolegami, którzy projektowali taki układ. (...).*

  Marcin Nowakowski
  ul. Kopernika 12 62-635 Przedecz

  Nie możemy spełnić prośby Marcina i przesłać mu adresów osób, które nadesłały prace w związku z tym zadaniem. Ale zamieszczamy jego adres, by ci koledzy, jeśli zechcą, mogli się z nim skontaktować.
- A oto podobna sprawa. Jeden z Czytelników napisał: *„Hyde Park” jest ciekawą odmiana felietonu. Jeśli jednak nowy dział ma pozwolić każdemu wygłosić swoje zdanie, powinien też pozwolić innym się z tym nie zgodzić. Niby nikt tego nie zabrania, lecz jak możemy nawiązać kontakt z autorem tekstu, jeśli nie znamy jego adresu? W przyszłości autorzy tekstów powinni podawać swoje adresy dla czytających.*

  Nie jest w zwyczaju podawanie prywatnych adresów autorów czasopism. Możecie jednak być pewni, że jeśli przyślecie swoje listy z refleksjami, to nie omieszkamy przekazać ich Autorom odnośnych materiałów. Ponadto niewykluczone, że taki polemiczny tekst zostanie również opublikowany w „Hyde Parku”. A tak na marginesie – choć opinie na temat „Hyde Parku” są w ogromnej większości pozytywne, do tej pory otrzymaliśmy od Was tylko kilka tekstów, które nadawałyby się do tej rubryki. Tym samym zachęcamy do spróbowania swoich sił. Jeśli tekst okaże się interesujący, zostanie opublikowany, czy to pod własnym nazwiskiem, czy też (na wyraźne życzenie) pod pseudonimem.
- A teraz list od pewnego studenta. Naprawdę nie wiemy, czy jest to znakomity żart, czy naprawdę Autor listu ma kłopoty, o których pisze. Zastanawialiśmy się, czy przypadkiem nie jest to materiał do „Hyde Parku”. Nie mamy pewności, więc list trafił do „Poczty”. Ale niezależnie od sytuacji, Autor bez wątpienia ma lekkie pióro i powinien spróbować napisać coś właśnie do rubryki „Hyde Park”. A oto list:

  Droga Redakcjo Elektroniki dla Wszystkich!
  Zanim przejdę do rzeczy, przedstawię się. Nikim ważnym to ja z pewnością nie jestem, ale z pewnością chcielibyście wiedzieć, z kim macie do czynienia. W tej chwili mam 21 lat, ukończyłem liceum ogólnokształcące a obecnie studiuję na kierunku Mechanika i budowa maszyn na politechnice. Dość dawno temu zainteresowałem się elektroniką. Była mi potrzebna do sterowania jakimiś urządzeniami mechanicznymi przeze mnie tworzonymi, do skonstruowania alarmu, interkomu, itp. Niestety nie potrafiłem znaleźć odpowiedniej literatury dla początkujących, omawiającej problemy od podstaw. Wreszcie trafiłem – jak mi się wydawało – na odpowiednie ogłoszenie, facet sprzedawał książki z zakresu elektroniki. Czym prędzej zadzwoniłem i pytałem o książki dla początkujących. Gość mówi, ze ma. No to pojechałem i kupiłem dwie. Tyle tylko, jak się okazało – przestarzałe: jedna dla amatorów, ale nie dla takich początkujących od zera i druga... w drugiej nie było praktycznie nic praktycznego. No i znowu sprawa elektroniki została odłożona na czas nieokreślony. Łącznie zeszło mi kilka lat. Szukałem książek po księgarniach, takich dla zupełnie początkujących – ale wszędzie: „nie ma”. Nadzieje odżyły kilka tygodni temu. W jednym z pism AVT przeczytałem, że EdW jest czasopismem dla początkujących i średnio zaawansowanych. Jak tylko pojawiło się EdW w kioskach – od razu kupiłem. Niestety stwierdziłem, że aby czegoś się nauczyć z EdW muszę czytać wszystkie numery od początku ze względu na artykuły (o tranzystorach, „Listy od Piotra”) ciągnące się od kilku numerów. Jak ogarnie mnie entuzjazm, działam szybko. Tak było i tym razem. Nabyłem wszystkie numery archiwalne EdW, co prawdę mówiąc silnie nadszarpnęło moją kieszeń, he, he.
  Wydałem dużo pieniędzy. Spodziewałem się, że wróci mi się to w nowo zdobytej wiedzy. A tu znowu wielkie rozczarowanie. Czytając trochę zauważyłem, że większość elektroników będących czytelnikami EdW zalicza się raczej do młodszych. I oni rozumieją, a ja NIE!!!
  Czy to ja taki głupi jestem – pytam siebie... Bo ni w ząb nie zrozumiałem działania opisanych projektów. Wkurzały mnie takie objaśnienia – tranzystor ten i ten wzmacnia sygnał, potem to i tamto leci do bramki i tak dalej. Tylko że jak ten tranzystor wzmacnia napięcie i prąd? Jak działają układy scalone, co to znaczy odsprzęgnąć zasilanie za pomocą kondensatora? A w ogóle to EdW wcale nie jest taka znów dla początkujących. Kolejność też wam się pomyliła: informacje naprawdę podstawowe znalazły się – gdzieś jak pamiętam – w numerach 8 i 9 / 97 zamiast w 1/96. Albo mówicie o zarażeniu innych elektroniką przez zmontowanie jakiegoś układu. Śmiechu warte!
  Mnie w elektronice fascynuje inteligencja w niej zawarta i w życiu nie zadowoliłbym się TYLKO zmontowaniem jakiegoś projektu. Jeśli nie mogę sam wymyślać i projektować urządzeń, to wolę raz na zawsze zapomnieć, że coś takiego jak elektronika istnieje.
  O elektryczności wiem tyle, co nauczono mnie na fizyce: prawo Ohma, łączenie szeregowe i równoległe oporników, kondensatorów i takie tam bliskie temu. Trochę więcej dowiedziałem się z „Listów od Piotra” o indukcyjności i z artykułów o tranzystorach. Ale nadal nie rozumiem działania nawet prostych układów, dlatego proszę szanowną Redakcję: czy moglibyście mi podać tytuły książek dla takich bałwanów jak ja? Aha! I gdzie je kupić?
  Całkowicie się załamałem kiedy przeczytałem artykuły dotyczące C-64. Było o programowaniu w BASIC-u. Swojego czasu zajmowałem się tym właśnie komputerem. Zgromadziłem sporo literatury, sprzętu, oprogramowania. Nauczyłem się programowania w BASIC-u, no i przede wszystkim w asemblerze. Wreszcie zostałem koderem (programistą w asemblerze) w jednej ze scenowych grup C-64. Może nie wszyscy wiedzą, czym jest scena komputerowa, ale nie chce mi się tego tłumaczyć. Załamałem się dlatego, że poziom artykułu w EdW był tragiczny – rzeczy opisywane w nim były po prostu prostackie. Zadałem sobie pytanie: czy wobec tego i artykuły dotyczące elektroniki też są na tak marnym stopniu zaawansowania? Chyba tak, bo przecież wszystko czytają ci sami czytelnicy. Wniosek... głąb ze mnie!
  W końcu zacząłem myśleć, że nie można być nawet elektronikiem hobbystą bez studiów i tytułu inżyniera magistra. Ale przecież młodziaki mający po 13, 14 czy 15 lat... LUDZIE RATUJCIE! Co ja mam do licha ciężkiego uczynić, żeby móc samemu projektować układy elektroniczne – żeby to wszystko zrozumieć?! Ja już naprawdę nie mam siły!
  Żałują, że nie zacząłem kupować EdW wcześniej. W przeciągu kilku tygodni (raczej niewielu) nabyłem 30 (tak, trzydzieści!) numerów EdW i teraz tyle do nadrobienia.
  W ogóle to wszystkie artykuły edukacyjne powinny być opublikowane najpierw, bo dopiero potem można coś zrozumieć z opisywanych projektów.
  Co do Szkoły Konstruktorów, to ona jest O.K. – ale na miłość boską!!! – tylko dla tych, którzy już coś potrafią. A gdzie „Szkoła konstruktorów dla żółtodziobów”? Poza tym za dużo u Was projektów, a za mało artykułów edukacyjnych.
  Chyba trzeba kończyć, bo plotę tak, że sam chyba już nie wiem co piszę. (...)
  Jeszcze coś śmiesznego: przeczytałem, że artykuły dotyczące programowania mikroprocesora 51 są jednymi z najtrudniejszych w EdW. Dla mnie wprost przeciwnie. Programowanie rozumiem i łatwo się uczę. Tak samo liczby zespolone, których tak się podobno boją początkujący elektronicy. Tylko dlaczego nie mogę tak naprawdę zrozumieć działania elektroniki?
  Ja też bym chciał tak, jak ci którzy przysyłają swoje modele do „Szkoły Konstruktorów” Jeszcze raz: POMOCY!!!
  Co robić, by oswoić elektronikę? Naprawdę nie chcę być jedynie monterem układów elektronicznych!
  Dobra, kończę! BARDZO PROSZĘ O ODPOWIEDŹ! (inaczej się wieszam...)

  Dariusz z Dęblina
  (Nazwisko i adres znane Redakcji)

Ponieważ naprawdę nie wiemy, czy to jest dobry żart, czy poważny list, przydzielimy jego Autorowi nagrodę w postaci jednej z najlepszych książek o elektronice, wydanej po polsku. W każdym razie niech to będzie nagroda za list, ciekawy w formie i poruszający kilka istotnych zagadnień. A pytanie dotyczące odsprzęgania zasilania kierujemy do „Skrzynki Porad".

- W otrzymywanej korespondencji znajdujemy wiele listów ze szczegółowymi prośbami. W niektórych przypadkach możemy pomóc – na przykład **Janowi Garnysiowi** ze Szczecinka wysyłamy dwie kostki MC34018 i płytkę próbną domofonu, by mógł zrobić niespodziankę swojemu niesprawnemu fizycznie teściowi.
- **Romanowi Binderowi** podajemy parametry tranzystora MOSFET z kanałem N typu VN2410L: obudowa TO-92, wyprowadzenia rozmieszczone analogicznie jak z zwykłym tranzystorze bipolarnym, np. BC548: w środku bramka, dren w miejscu kolektora, źródło w miejscu emitera. U_{DSS}=240V, U_{DGR}=60V, U_{Gsmax} ± 20V, I_{Dmax} 0,2A, I_{Dpeak} = 0,5A, R_{Dson} typ. 10Ω C_{ISS} = 125pF, g_{fs} = 0,3A/V (zob. EdW 6/98 str. 52)
- Ale w niektórych przypadkach pomóc nie możemy, albo... oto przykład. Jeden z Czytelników prosi nas o adres przedstawicielstwa jednej z dużych firm telekomunikacyjnych. Kochani, czasem przesadzacie! Czy nie możecie na najbliższej poczcie poszukać w książkach telefonicznych, albo po prostu zadzwonić do biura numerów?
- Na koniec poczty jeszcze dwa listy. Oto pierwszy: *Szanowny Redaktorze Naczelny oraz Cała Redakcjo „Elektroniki dla Wszystkich"!*

Minęły dokładnie dwa lata od kiedy zauważyłem w kiosku i wziąłem pierwszy raz do ręki numer Waszego miesięcznika. Od tych pamiętnych dni dużo się zmieniło. Zacząłem regularnie interesować się elektroniką (co i tak uczyniłem za późno), zrozumiałem podstawowe pojęcia z nią związane, aż w końcu zacząłem budować projekty, głównie z EdW, EP oraz własne. Jednak ciągle zdarza mi się popełniać błędy w najprostszych układach, nierzadko absurdalnie śmieszne i beznadziejne. Ale „błądzić jest rzeczą ludzką" i z tą maksymą jakoś żyję nie tracąc nadziei, iż kiedyś dorównam Wam, Drodzy redaktorzy i konstruktorzy EdW.

Wspomnienia i marzenia są piękne, ale ważniejsza jest teraźniejszość. Oto za Waszą radą i pod wpływem otoczenia postanowiłem kupić komputer, uznawany przez wielu za symbol przyszłości. Oczywiście postawiłem na nowoczesność i nabyłem konfigurację odpowiadającą ówczesnym warunkom (6 miesięcy temu). Konfiguracja już trochę przestarzała, ale potrafi sprostać obecnym programom: procesor Pentium MMX, 166MHz, HDD 1,7GB, 16MB RAM, CD-ROM 24x. Później dokupiłem drukarkę (z modemu zrezygnowałem ze względu na ogromne rachunki telefoniczne) i od tego czasu zaczęła się prawdziwa i cudowna przygoda w świecie informatyczno-elektronicznym. Obecnie elektronika i komputery są dla mnie nałogiem, od którego nie sposób się oderwać. Kupuję wiele czasopism i programów, aby nadążyć za dzisiejszym rozwojem techniki, ale jest on tak gwałtowny, że nie można być na bieżąco

Wspomniałem o programach komputerowych. Interesują mnie przede wszystkim programy dla elektroników, a nie gry, których na rynku jest wiele. Jedne są proste w obsłudze i tanie, ale nie mają zadowalających możliwości. Drugie są drogie i przeznaczone do profesjonalnych zastosowań. Takie właśnie programy są trudne w obsłudze, gdyż nie mają przystępnych instrukcji. I tu wielka prośba do Redakcji, a zwłaszcza do Pana Zbigniewa Orłowskiego, aby na łamach EdW zamieścić kurs nauki ORCADa, a zwłaszcza umożliwić nabycie tego interesującego programu. Jak już kiedyś pisałem, z nadzieją czekam na płytę CD-ROM czasopisma EdW, na której można umieścić różne programy dla elektroników (w tym jeśli to możliwe – ORCADa). Jest to ambitny plan i może kiedyś się ziści.

Zauważyłem, że od pewnego czasu nie pojawiają się artykuły z serii „Najsłynniejsze aplikacje" czy „Parada gigantów". Czyżby zabrakło interesujących układów i firm, które można przedstawić na łamach EdW? Być może zajmowały sporo miejsca i niektórych nie fascynowały, ale przecież prawdziwy elektronik powinien znać historię najsłynniejszych gigantów elektronicznego świata, zaopatrujących w ciekawe podzespoły. Dla starszych (i młodszych) równie dobre są wspomnienia najsłynniejszych układów, które zawładnęły sercami amatorów i wciąż zachwycają, archaicznymi być może dziś zaletami.

Projekty, jakie w przyszłości powinny znaleźć się na łamach EdW to między innymi programatory, które są niezbędne dla każdego, kto buduje układy elektroniczne w oparciu o nowoczesne elementy. Powinny one zapoczątkować w EdW głębsze zainteresowanie komputerami, które przecież można wykorzystać do programowania. (...)

Kończąc list chciałbym życzyć Redakcji dalszych sukcesów w pogłębianiu naszej wiedzy oraz życzyć przyjemnych, choć pracowitych wakacji.

Jarosław Kempa

Za życzenia bardzo dziękujemy, dotarły w połowie czerwca, choć w chwili ukazania się tego numeru mamy już środek wakacji.

Jeśli chodzi o ORCADA, to niestety jest to program komercyjny, licencjonowany i nie ma żadnej wersji freeware owej, czy shareware owej dla amatorów. Jeśli chodzi o CD-ROM dla Czytelników EdW, to przeprowadzamy wstępne przymiarki. W ramach cyklu „Najsłynniejsze aplikacje" już w następnym numerze znajdziecie opis ciekawej kostki. I na pewno cykl ten nie zniknie. Natomiast na kolejny artykuł z serii „Parada gigantów" przyjdzie trochę poczekać, co zresztą niektórych z Was wręcz ucieszy. Ale rzeczywiście, prawdziwy elektronik musi orientować się także w historii elektroniki, dlatego „Parada gigantów" co jakiś czas będzie się pojawiać. A Jarek, który napisał już do nas niejeden list otrzyma od nas upominek za całokształt kontaktów z Redakcją.

A przy okazji: Internet to nie tylko słone rachunki za telefon. To także nieprzebrana składnica wiedzy wszelakiej. Dlatego mamy do was drobną prośbę:

Podzielcie się z innymi Czytelnikami EdW swoimi „elektronicznymi" odkryciami w Internecie. Napiszcie do nas, gdzie w Internecie znaleźliście coś ciekawego dla praktykujących elektroników. Wśród osób, które nadeślą adresy odwiedzanych przez siebie „elektronicznych" stron www, rozlosujemy nagrody w postaci kitów AVT, a nazwiska wszystkich osób, które podzielą się swą wiedzą z innymi podamy do publicznej wiadomości, co też będzie pewną formą wyróżnienia. Na informacje czekamy do 15 września.

- A oto ostatni list, kierowany do EdW na ręce Redaktora Naczelnego: *Szanowny Panie!*

Na wstępie chcę krótko napisać o sobie. Nazywam się Jarosław Krzysztopik. Mam 38 lat. Jestem żonaty. Pracuję jako nauczyciel w szkole podstawowej, a popołudniami dorabiam w charakterze tłuczka do klawiatury w pewnej hurtowni (tak to jest z pensjami nauczycielskimi).

Elektroniką interesują się od czasów szkoły średniej. Dawniej poświęcałem jej każdą wolną chwilę, co zaowocowało wieloma potrzebnymi i nie całkiem, bardziej i mniej udanymi pomysłami i układami. Zawsze za najciekawszą uważałem i uważam technikę cyfrową. Z tego powodu „szarpnąłem się" kiedyś na CA-80 – mikrosterownik na Z80, o którym Pan zapewne słyszał. Jak na tamte czasy (koniec lat 80-tych) była to udana konstrukcja i służy mi do dzisiaj. Z książek p. Gardynika, autora CA-80, nauczyłem się najwięcej o elektronice, a zwłaszcza o „cyfrówce".

Ostatnio, żeby nie stać w miejscu, postanowiłem zająć się asemblerem 51. Dlatego czytam z zainteresowaniem artykuły o AVT-2250, ale mam ambiwalentne uczucia z nim związane. Z jednej strony wygląda on na dopracowany układ i już, już sięgam po portfel. Z drugiej strony jego firmowe oprogramowanie w porównaniu z CA-80 wypada słabo, więc nie wiem, czy warto. Tą sprawą chcę się zająć i poddać Panu pod rozwagę pewne rozwiązania „systemowe", związane z AVT-2250.

Bezcenną zaletą CA-80 jest jego przydatność. Od urodzenia jest gotowy do sterowania programatorem EPROMów, do podłączenia częstościomierza/czasomierza, a interfejsy tych urządzeń są banalnie proste. Stał się mózgiem mojego małego laboratorium. Gdy z jego pomocą opanowałem asembler Z80, wkrótce miałem miernik LC, inteligentny kasownik, tester układów oraz 8-kanałowy analizator stanów logicznych. W większości tych „urządzeń" interfejsem jest taśma wieloprzewodowa plus kilka innych elementów. To nie jest zbyt skomplikowane.

Dlaczego nie kupiłem jeszcze AVT-2250? Ponieważ zapewnia on właściwie tylko stronę edukacyjną. To dużo, ale... chciałbym więcej. Jednocześnie w EdW pojawiają się urządzenia skomplikowane, drogie i o wąskim polu zastosowań. Kroplą, która przepełniła kielich niezadowolenia i sprowokowała mnie do napisania tego listu był „Generator sekwencji...". Kobyła, którą co prawda można mrugać światłami w dyskotece, ale AVT-2250 też to potrafiłby. Uważam, że mógłby Pan zobowiązać Autorów do napisania aneksów do wielu artykułów pod wspólnym tytułem: „A teraz popatrzcie, jak prosto się to robi z AVT-2250". Dopiero wtedy mniej zorientowani zrozumieją, jak to fajnie mieć pod ręką mikroprocesorowy sterownik, oraz że warto uczyć się asemblera. O tym, jak to „napędzi" sprzedaż AVT-2250 już chyba nie warto wspominać.

Jest takie powiedzenie, że wszystko co tylko możliwe należy zrzucić na programistę – bo on nic nie robi, tylko myśli. Natomiast „twardą" elektroniką należy ograniczać do minimum. Zrozumiałem to dokładnie kilka lat temu, kiedy piekielnie potrzebowałem analizatora. Miałem go następnego ranka, po nocy spędzonej nad ręcznym układaniem programu (kto tego nie robił, nie wie, jaka to mordęga). Interfejsem była 10-przewodowa taśma z krokodylkami (ze względu na terminy darowałem sobie bufory). Prawie zero pracy z lutownicą.

(... tu był opis zasady odczytu stanów na wyświetlaczu siedmiosegmentowym...)

Proponuję konkurs dla użytkowników AVT-2250 na napisanie programu analizatora z możliwościami nie gorszymi niż „Prosty (? J.K.) analizator stanów logicznych" i podanymi zasadami wyświetlania zawartości pamięci.

Kończę, bo list już jest za długi (długie listy lubiłem otrzymywać tylko od przyszłej). Napisałem do Pana, bo cenię zborność, sensowność i przystępność widoczna zwłaszcza w komentarzach w „Szkole Konstruktorów". Oby tak dalej!

Serdecznie pozdrawiam –

Jarosław Krzysztopik

Dziękujemy za list i pozdrowienia. List przekazaliśmy Autorowi AVT-2250 – Sławomirowi Surowińskiemu. Generalnie zarówno Redaktor Naczelny, jak i cała Redakcja zgadzają się z tezami zawartymi w liście. Na marginesie trzeba jednak stwierdzić, że nadal istnieje wielka grupa elektroników, i to wcale nie tych starszych wiekiem, którzy z sobie tylko znanych powodów nie chcą wkraczać w świat mikrokontrolerów i programowania, tylko zdecydowanie chcą składać nawet wielkie „kobyły", byle ze „zwykłych scalaków", a bez żadnych mikroprocesorów. Niezależnie od tego Redakcja będzie nadal propagować zalety mikroprocesorów.

Jeśli chodzi o AVT-2250, to z założenia miał to być system służący edukacji. Tym niemniej w najbliższych miesiącach ogłosimy wielki konkurs na wykorzystanie tego sterownika w praktyce. Każdy Czytelnik będzie mógł zaproponować, zaprojektować i wykonać dowolne urządzenie wykorzystujące ten układ. W nieco dalszej przyszłości planujemy zrobienie kolejnego kroku – zaprezentowanie uniwersalnego modułu z procesorem ATMEL-a, mającego wbudowaną pamięć EEPROM, przy czym do jego programowania niezbędny byłby komputer. Dopiero ten sterownik stanowiłby serce wielu praktycznych urządzeń. Nie będziemy natomiast preferować i zalecać ręcznego wklepywania programów. Takie coś było wręcz koniecznością w latach 80-tych, ale obecnie komputery są tak rozpowszechnione, że namawianie do żmudnej dłubaniny i „mordęgi" raczej mija się z celem. Dziś cena sprawnego komputera AT lub ‘386 z monochromatycznym monitorem nie przerasta możliwości finansowych przeciętnego Czytelnika EdW, a otwiera zupełnie nowe możliwości i perspektywy. Tylko takie podejście umożliwi przygotowanie naszych młodych Czytelników do wyzwań, jakie stawia dzień dzisiejszy i najbliższa przyszłość.

Przy okazji Redakcja EdW zwraca się z prośbą do wszystkich nauczycieli elektroniki, oraz techniki, którym leży na sercu problem niedostosowania obecnego programu nauki elektroniki do wymogów współczesności. Redakcja EdW oraz Korporacja AVT mają spore doświadczenie, jeśli chodzi o edukację młodego pokolenia elektroników. Jesteśmy jednak przekonani, że moglibyśmy zdziałać na tym polu znacznie więcej. Dlatego bardzo prosimy, byście podzielili się z nami swymi refleksjami i wskazali nam, jak Elektronika dla Wszystkich mogłaby pomóc młodym Czytelnikom poznać przynajmniej podstawowe zasady elektroniki. Gotowi jesteśmy przygotować stosowne artykuły oraz, co chyba byłoby znacznie atrakcyjniejsze, opracować zestawy do praktycznych ćwiczeń (szczegółowy opis i komplet elementów) obejmujących zarówno program szkoły podstawowej i średniej. To Wy, nauczyciele, znacie założenia programu nauki poszczególnych klas i wiecie, jakie w tym zakresie występują niedostatki. Podzielcie się więc swymi spostrzeżeniami z Redakcją, by wspólnie zaproponować młodzieży atrakcyjne ćwiczenia. A może ktoś z Was chciałby wystąpić w roli nauczyciela na łamach EdW?

Czekamy na listy. Autorzy najciekawszych otrzymają upominki w postaci interesujących książek.